



Le sentiment de marché : mesure et intérêt pour la gestion d'actifs

Alain Frugier

► To cite this version:

Alain Frugier. Le sentiment de marché : mesure et intérêt pour la gestion d'actifs. Gestion et management. Université d'Auvergne - Clermont-Ferrand I, 2011. Français. NNT : 2011CLF10371 . tel-01060377

HAL Id: tel-01060377

<https://theses.hal.science/tel-01060377>

Submitted on 3 Sep 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université d'Auvergne Clermont-Ferrand 1
Faculté des Sciences Économiques et de Gestion
Institut d'Administration des Entreprises

THÈSE

pour l'obtention du grade de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
D'Auvergne CLERMONT-FERRAND 1**

Discipline : sciences de gestion

Présentée et soutenue publiquement le 30 septembre 2011 par

Alain FRUGIER

**LE SENTIMENT DE MARCHÉ : MESURE ET INTÉRÊT POUR LA
GESTION D'ACTIFS**

Directeur de recherche

Jean-Pierre VÉDRINE

Professeur à l'Université d'Auvergne Clermont-Ferrand 1

JURY

Rapporteurs

Valérie MIGNON, Professeur à l'Université Paris Ouest Nanterre La Défense

François QUITTARD-PINON, Professeur à l'Université Lyon 1

Suffragants

Yves MARD, Professeur à l'Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

Jean-Marin SERRE, Professeur à l'Université d'Auvergne Clermont-Ferrand 1

LE SENTIMENT DE MARCHÉ : MESURE ET INTÉRÊT POUR LA GESTION D'ACTIFS

RÉSUMÉ : La rationalité parfaite des investisseurs, base de l'hypothèse d'efficience des marchés, est de plus en plus discutée. Ceci a conduit au développement de la finance comportementale. Le sentiment de marché, qui en est issu, est l'objet de cette étude. Après l'avoir mis en relation avec la rationalité et défini, ses modes de mesure courants et une évaluation de leur capacité à anticiper les rentabilités sont présentés. Ensuite, au travers de deux recherches largement indépendantes, nous (1) montrons de manière empirique, essentiellement à partir de modèles multi-agents et d'une modélisation de l'impact des chocs d'information sur la distribution des rentabilités, que les skewness et kurtosis de la distribution des rentabilités peuvent être utilisés comme indicateurs du sentiment de marché ; (2) mettons en évidence la présence de mémoire sur de nombreux indicateurs de sentiment, ce qui invalide les modalités habituelles de leur utilisation, dans le cadre de stratégies *contrarian*.

MOTS-CLÉS : rationalité, sentiment de marché, finance comportementale, hypothèse d'information incertaine, skewness, kurtosis, moments d'ordre supérieur, mémoire longue, Hurst.

MARKET SENTIMENT: MEASURE AND IMPORTANCE FOR ASSET MANAGEMENT

ABSTRACT: The perfect rationality of investors, one of the foundations of the efficient market hypothesis, is increasingly being questioned. This has led to the development of behavioral finance. Market sentiment, which stems from it, is the focus of this study. Having first linked this concept to rationality and defined it, this study goes on to present the most common ways of measuring market sentiment and assess their ability to anticipate market returns. Then, using two different studies, we do two things (1) using mainly multi-agent models and by modeling the impact of information shocks on the distribution of returns, we empirically show how skewness and kurtosis in the distribution of returns can be used as market sentiment indicators; (2) we demonstrate that many standard sentiment indicators are processes affected by long- or short-term memory, making them invalid as contrarian indicators even though this is how they are typically used.

KEYWORDS: rationality, market sentiment, behavioral finance, uncertain information hypothesis, skewness, kurtosis, higher order moments, long-term memory, Hurst.

La faculté n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont en premier lieu à Jean-Pierre VÉDRINE, Professeur à l'Université d'Auvergne, qui a accepté de diriger cette recherche. Elle n'aurait probablement pas pu aboutir sans ses nombreux conseils.

Je remercie également Yves MARD, Valérie MIGNON, François QUITTARD-PINON et Jean-Marin SERRE, qui ont accepté de faire partie du jury de soutenance, ainsi que Patrick ROGER, Professeur à l'Université de Strasbourg, et Bertrand MAILLET, Maître de Conférences HDR à l'Université Paris 1, dont les remarques et recommandations ont été très profitables.

Sylvain MARSAT et Benjamin WILLIAMS, maîtres de conférences à l'Université d'Auvergne, m'ont donné de nombreux et très utiles conseils tout au long de ces quatre années de doctorat. Sans l'aide d'Agnès CARCENAC, plusieurs recherches documentaires n'auraient pas abouti. J'adresse à tous les trois mes remerciements.

Manfred HÜBNER et Patrick HUSSY, dirigeants de la société Sentix, ont bien voulu m'ouvrir un large accès aux données de leur société et me fournir des détails sur leur activité, je leur en suis profondément reconnaissant.

SOMMAIRE

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| SOMMAIRE | 6 |
| Introduction générale | 8 |
| 1 - Introduction | 9 |
| 2 - Problématique | 17 |
| 3 - Plan de la recherche | 17 |
| 1ère partie : de la rationalité au sentiment de marché | 19 |
| Introduction de la première partie | 20 |
| Chapitre I : Efficience, finance comportementale et sentiment de marché..... | 22 |
| Introduction..... | 22 |
| 1.1 - Efficience, rationalité et anticipations rationnelles : définitions | 24 |
| 1.2 - "Anomalies", biais et tests de rationalité des anticipations, remises en causes empiriques de la rationalité des investisseurs | 32 |
| 1.3 - Mimétisme et bulles spéculatives | 51 |
| 1.4 - La rationalité remise en cause par les heuristiques et la neuroéconomie | 62 |
| 1.5 - Le sentiment de marché, définitions..... | 72 |
| Conclusion | 76 |
| Chapitre II : le sentiment de marché : mesure, liens avec les rentabilités, la volatilité, les volumes..... | 78 |
| Introduction..... | 78 |
| 2.1 - La mesure du sentiment de marché | 80 |
| 2.2 - Sentiment de marché, rentabilités, volatilité | 124 |
| Conclusion | 139 |
| Conclusion de la première partie | 141 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2ème partie : nouvelles mesures et utilisation du sentiment de marché | 143 |
| Introduction de la deuxième partie..... | 144 |
| Chapitre III : skewness et kurtosis, outils de mesure du sentiment de marché ? | 146 |
| Introduction..... | 146 |
| 3.1 – Marche au hasard, finance et environnement non-gaussien | 148 |
| 3.2 - Corrélations, fonction sentiment et modèles multi-agents | 159 |
| 3.3 - Informations, incertitude et non-normalité des rentabilités..... | 184 |
| Conclusion | 204 |
| Chapitre IV : Sentiment de marché et mémoire | 206 |
| Introduction..... | 206 |
| 4.1 - La notion de mémoire longue..... | 208 |
| 4.2 - Sentiment de marché et mémoire | 229 |
| Conclusion | 258 |
| Conclusion de la deuxième partie | 260 |
| Conclusion générale..... | 262 |
| 1 - Rappel de la problématique | 264 |
| 2 - Synthèse..... | 264 |
| 3 - Principaux apports | 266 |
| 4 - Perspectives de recherches | 268 |
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | 270 |
| LISTE DES FIGURES..... | 271 |
| LISTE DES TABLEAUX | 274 |
| BIBLIOGRAPHIE | 276 |
| ANNEXES | 294 |
| Annexe I : Calculs de stationnarité des indicateurs de sentiment (hors indices Sentix) | 295 |
| Annexe II : Calculs de stationnarité des indicateurs de sentiment Sentix | 296 |
| TABLE DES MATIERES | 297 |

Introduction générale

Introduction générale

"Deux excès : exclure la raison, n'admettre que la raison."

Blaise Pascal (1623-1662), *Pensées*

1 - Introduction

Dans les années 1920, aux Etats-Unis, plus particulièrement en Floride, le prix des terrains se mit à augmenter fortement. Deux raisons pouvaient expliquer cette hausse, la douceur du climat que beaucoup découvraient et les conditions de paiement : à crédit pour quatre-vingt dix pour cent du montant de la transaction. Les prix pouvaient doubler en quelques semaines. Cette envolée s'arrêta brutalement en 1926, suite au passage de deux ouragans qui furent considérés comme responsables. A la bourse de New York, le mouvement de hausse des actions avait commencé en 1924 et accélérât en 1928 et surtout en 1929. De nombreuses personnes achetaient des titres grâce à des prêts. En septembre 1929, le rapport cours-bénéfice atteignait 32,6 (Shiller, 2000¹). A l'automne 1929, l'économiste Irving Fisher² affirmait que :

"Les cours des actions ont atteint ce qui semble devoir être un haut niveau permanent".

Presqu'au même moment, Joseph Stagg Lawrence, économiste à Princeton, écrivait³ :

"Le consensus des millions de gens dont les estimations sont à l'œuvre sur cet admirable marché, la Bourse, c'est que les actions ne sont pas actuellement surestimées".

Après un pic à 381,17 le 03 septembre 1929, l'indice Dow Jones industriel valait 41,22 le 8 juillet 1932.

¹ Shiller R. J., *Irrational Exuberance*, 2000, Princeton University Press, USA.

² Intervention d'Irving Fisher à l'Université de Yale le 16 octobre 1929.

³ Lawrence J. S., *Wall Street and Washington*, 1929, Princeton, Princeton University Press, USA.

Cette phase d'euphorie suivie d'une période de crise économique et financière n'est qu'un exemple de celles qui émaillent l'histoire des marchés financiers. Galbraith (1992)⁴ les a décrites, il considère qu'elles ont des points communs, parmi lesquels :

- La croyance dans un nouveau monde,
- Un élément de fierté pour une découverte apparemment nouvelle et immensément lucrative dans le domaine des instruments financiers ou des occasions d'investissement,
- La redécouverte de l'effet de levier qui permet, en empruntant la plus grosse partie de la somme investie, de faire des profits très élevés par rapport au capital réellement apporté.

Malgré les interrogations que suscitent ces phases d'euphorie collective, la finance s'est construite, à partir des années 1960, sur l'hypothèse de rationalité des investisseurs.

Cette théorie, qui sert de socle à la finance depuis les années 1960, est bien sûr l'efficience des marchés (Fama, 1965⁵ et 1970⁶, Samuelson, 1965⁷). L'efficience peut être définie comme l'aptitude d'un organe à réaliser sa fonction, un marché efficient comme celui sur lequel les prix sont des signaux fiables pour les décisions d'allocation des ressources (Gillet, 2006⁸). Il existe trois types d'efficience :

- L'efficience allocationnelle, capacité d'un marché à orienter les capitaux vers les projets les plus rentables et donc à maximiser la croissance et le développement économique.
- L'efficience opérationnelle, caractéristique d'un marché sur lequel la rencontre de l'offre et de la demande de capitaux se fait de manière satisfaisante à un coût faible.
- L'efficience informationnelle, obtenue si, à tout moment, le cours d'un titre reflète l'ensemble de l'information disponible concernant l'entreprise et son environnement.

⁴ Galbraith J. K., *Brève histoire de l'euphorie financière*, 1992, éd. Le Seuil.

⁵ Fama E.F., "Random walk in stock market prices" in *Financial Analysts Journal*, 1965b, vol. 21, 5.

⁶ Fama E.F., "Efficient capital market: a review of theory and empirical work" in *Journal of Finance*, 1970, vol. 25, n°2.

⁷ Samuelson P.A., "Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly" in *Industrial Management Review*, 1965, vol. 6.

⁸ Gillet P., *L'efficience des marchés financiers*, 2006, Economica, 2^{ème} édition, Paris.

Ces trois formes d'efficience sont interdépendantes : il faut que l'information soit correctement prise en compte dans les prix, que l'on puisse faire des transactions facilement, de manière fiable et à un coût limité pour qu'une allocation optimale des capitaux soit possible.

En pratique, quand on parle de l'hypothèse d'efficience des marchés, on fait référence à l'efficience informationnelle.

L'efficience informationnelle a été définie de plusieurs manières. Pour Fama (1965)⁹ :

"Un marché est efficient si et seulement si l'ensemble des informations concernant chaque actif coté sur ce marché est immédiatement intégré dans le prix de cet actif."

En 1978, Jensen¹⁰ propose une autre définition de l'efficience des marchés qui peut être traduite de la manière suivante :

"Un marché est efficient si les prix reflètent les informations à tel point que tout profit réalisé à partir de ces informations n'excède pas les coûts liés à la transaction."

Le terme profit doit être compris comme le taux de rentabilité ajusté en fonction du risque.

Implicitement, ces deux définitions précisent une caractéristique importante de l'hypothèse d'efficience : l'existence d'une méthode d'évaluation des titres, juste et utilisée par tous les intervenants. Il s'agit bien sûr de la valorisation basée sur l'actualisation des flux de dividendes.

Le cours d'un titre sur un marché efficient est donc égal à sa valeur fondamentale. La conception de Jensen est moins stricte que celle de Fama puisqu'elle autorise des écarts

⁹ Fama E.F., (1965, loc. cit.).

¹⁰ Jensen M. C., "Some anomalous evidence regarding market efficiency" in *Journal of Financial Economics*, 1978, vol. 6, 2-3.

entre valeur et cours de bourse à la condition qu'ils ne permettent pas de faire des profits.

La définition de Jensen correspond à l'absence d'opportunité d'arbitrage, caractéristique d'un marché à l'équilibre (Modigliani et Miller, 1958¹¹). En effet, les opérateurs cherchant à maximiser leur profit avec un risque minimal, tout écart du cours d'un titre à sa valeur fondamentale est immédiatement utilisé par un ou plusieurs intervenants, ce qui le fait disparaître.

La notion de marche aléatoire a été intégrée à l'hypothèse d'efficience des marchés comme formalisation de la dynamique des prix. Elle a été proposée comme modélisation des variations des cours de bourse pour la première fois par Regnault (1863)¹².

Jovanovic (2009)¹³ précise que l'objectif de Regnault était de déterminer les lois de la nature qui régissent les fluctuations boursières, approchées grâce à l'utilisation du calcul statistique, dans un contexte socio-économique de débat sur l'utilité des marchés financiers. Regnault montre de manière empirique que les écarts de cours varient proportionnellement à la racine carrée du temps écoulé.

Bachelier (1900)¹⁴ a approfondi le travail de Regnault, par exemple en formulant le modèle de marche aléatoire en temps continu. Sa thèse est généralement considérée comme le texte fondateur pour l'application du modèle de marche aléatoire aux cours de bourse.

Fama (1965)¹⁵ intègre le modèle de marche au hasard à l'hypothèse d'efficience car, si les prix évoluent selon ce processus, ils sont, par le jeu de la concurrence, en permanence à l'équilibre (Jovanovic, 2009¹⁶). La conséquence pratique de l'évolution aléatoire des cours de bourse est qu'il est impossible de "battre le marché". La seule

¹¹ Modigliani F. et Miller M. H., "The cost of capital, corporation finance and the theory of investment" in *American Economic Review*, 1958, vol. 48, 3.

¹² Regnault J., *Calcul des chances et philosophie de la bourse*, 1863, Mallet-Bachelier et Castel, Paris.

¹³ Jovanovic F., "Le modèle de marche aléatoire dans l'économie financière de 1863 à 1976" in *Revue d'Histoire des Sciences Humaines*, 2009, vol. 1, 20.

¹⁴ Bachelier L., "Théorie de la spéculation", in *Annales scientifiques de l'E.N.S. 3^{ème} série*, 1900, tome 17.

¹⁵ Fama E.F., (1965, loc. cit.).

¹⁶ Jovanovic F., (2009, loc. cit.).

stratégie d'investissement qui vaille est l'achat et la conservation des titres (stratégie dite *buy and hold*) pour profiter de la hausse à long terme des marchés actions qui a été mise en évidence, par exemple, par Siegel (2007)¹⁷.

Un très grand nombre de recherches ont été faites pour tester l'hypothèse d'efficience (voir par exemple Fama en 1970¹⁸ et 1998¹⁹, Lardic et Mignon en 2006²⁰) mais elles se sont souvent heurtées au problème dit de l'hypothèse jointe : on est généralement obligé de tester simultanément le modèle d'évaluation des actifs et l'efficience du marché, ce qui rend très difficile sa remise en cause.

C'est certainement le krach de 1987, le plus important depuis 1929 qui, par sa brutalité, a été le catalyseur du mouvement de remise en cause de l'efficience des marchés. Comment concevoir en effet qu'en l'absence d'informations vraiment importantes les actions, y compris celles des grandes sociétés, aient pu perdre simultanément autant de valeur ?

Orléan (1989)²¹ a posé le problème de la manière suivante :

"Les dysfonctionnements qu'ont connus dernièrement les marchés financiers, tout particulièrement le krach du 19 octobre 1987, ont réactivé au sein de la communauté des économistes toute une série de débats, parfois fort anciens, sur l'efficacité des marchés. Au centre de ces débats est la question de la pertinence des prix qui s'y forment : expriment-ils de manière satisfaisante les contraintes propres aux activités de production et d'échange, ou sont-ils les produits d'une psychologie de masse partiellement, voire totalement, déconnectée de ces réalités ?"

¹⁷ Siegel J.J., *Stocks for the long run: the definitive guide to financial market returns and long-term investment strategies*, 4ème édition, 2007, McGraw-Hill, USA.

¹⁸ Fama E. F. (1970, loc. cit.).

¹⁹ Fama E. F., "Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance" in *Journal of Financial Economics*, 1998, vol. 49, 3.

²⁰ Lardic S. et Mignon V., *L'efficience informationnelle des marchés financiers*, 2006, La Découverte, collection repères, Paris.

²¹ Orléan A., "Comportements mimétiques et diversité des opinions sur les marchés financiers" in *Théorie économique et crise des marchés financiers*, 1989, Artus P. et Bourguinat H., Economica, Paris.

Bien avant le krach de 1987, Grossman et Stiglitz (1980²²) avaient sérieusement mis en doute l'hypothèse d'efficience des marchés. Shiller (1981)²³ avait fait de même en publiant une étude empirique sur le marché américain qui montrait un excès de volatilité des cours boursiers par rapport aux dividendes. A ces publications se sont ajoutés les travaux des psychologues Kahneman et Tversky mettant en cause la rationalité dans les processus de décision ainsi que de nombreux articles relatifs aux "anomalies", comportements des cours difficilement explicables dans le cadre de marchés efficients.

A partir du début des années 1990, le terme finance comportementale commence à être utilisé grâce à l'impulsion donnée par des chercheurs comme Shiller, Thaler, Statman ou encore Shefrin, qui désiraient intégrer davantage la psychologie et l'économie expérimentale.

Le 05 décembre 1996, Alan Greenspan, alors Président de la Réserve Fédérale Américaine (FED), parle d'exubérance irrationnelle à propos des niveaux atteints par les marchés d'actions américains qui sont à cette époque dans une phase de très forte hausse. Le lendemain, la bourse du Japon réagit fortement à cette déclaration : le Nikkei baisse de 3,2 %.

Cette déclaration est particulièrement importante puisqu'elle indique une remise en cause au plus haut niveau de la rationalité des investisseurs qui est, comme nous l'avons vu, un des piliers de l'hypothèse d'efficience.

²² Grossman S. J. et Stiglitz J. E., "On the impossibility of informationally efficient markets" in *American Economic Review*, 1980, vol. 70, 3.

²³ Shiller R. J., "Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?" in *American economic review*, 1981a, vol. 71, 3.

Orléan (2008)²⁴ note que plusieurs chercheurs ont mis en évidence le fait que les marchés peuvent être efficaces même si chaque participant n'est pas parfaitement rationnel (Ross, 2004²⁵). Pour savoir jusqu'à quel point cette rationalité imparfaite est compatible avec l'efficacité, Ross distingue :

- Les comportements irrationnels indépendants, qui se compensent et s'annulent en raison de leur décorrélation,
- Le cas dans lequel les erreurs de jugement sont corrélées, ce qui suppose une intervention des arbitragistes pour maintenir les cours au niveau de la valeur théorique.

La finance comportementale est longtemps apparue comme une discipline fragmentée, centrée sur la mise en évidence d'inefficiences des marchés ou d'irrationalité des intervenants. Elle ne pouvait devenir une théorie financière à part entière voire l'approche de référence sans proposer modèles et outils.

La théorie des perspectives (*prospect theory*), proposée en 1979 par Kahneman et Tversky²⁶, a été reconnue comme une avancée majeure (Shiller, 1999²⁷), un modèle pouvant servir de base à la construction d'une nouvelle théorie financière intégrant de manière plus réaliste le comportement des individus.

La théorie des perspectives positionne la finance comportementale comme un élargissement, un enrichissement de la théorie classique puisqu'elle intègre la possibilité d'avoir des intervenants rationnels. Elle illustre également le fait que la finance comportementale reprend une large partie de la théorie classique, comme le remarquent McGoun et Skubic (2000)²⁸ :

"La finance comportementale considère toujours que le risque et le rendement attendu sont quantifiables (...). Bien que les règles de décision des investisseurs

²⁴ Orléan A., "Les marchés sont-ils rationnels ?" in *Vingt-sept questions d'économie contemporaine*, éd. Askénazy P. et Cohen D., 2008, Albin Michel, Paris.

²⁵ Ross S. A., *Neoclassical Finance*, 2004, Princeton et Oxford, Princeton University Press, USA.

²⁶ Kahneman D. et Tversky A., "Prospect theory: an analysis of decision under risk" in *Econometrica*, 1979, vol. 47, 2.

²⁷ Shiller R. J., "Human behavior and the efficiency of the financial system" in *Handbook of Macroeconomics*, 1999, vol. 1, 3, ed. North-Holland, Amsterdam.

²⁸ McGoun E. et Skubic T., "Beyond Behavioral Finance" in *Journal of Psychology and Financial Markets*, 2000, vol. 1, 2.

soient différentes de celles retenues dans le cadre de la finance néoclassique, les concepts fondamentaux (rendement attendu, manière de quantifier le risque...) de cette dernière demeurent les mêmes".

Pour Shleifer (2000)²⁹, les limites de l'arbitrage, quant à sa capacité à produire un retour du cours d'un titre à sa valeur fondamentale, et le sentiment de marché sont les deux piliers de la finance comportementale.

Le sentiment de marché est effectivement un "outil" très intuitif proposé par la finance comportementale. En effet, outre l'apparente euphorie des investisseurs dans les périodes précédant les grandes crises évoquées précédemment, les rubriques "bourse" proposées par de nombreux médias font souvent état de la psychologie d'investisseurs tour à tour méfiants, paniqués, Il est donc tentant d'agréger en une variable ces inclinations psychologiques supposées, en d'autres termes de faire une synthèse des différents heuristiques, biais et limites inhérentes au fonctionnement du cerveau que l'on commence seulement à comprendre.

L'apparente simplicité du sentiment de marché et les importantes attentes qu'il génère en termes d'amélioration de la gestion d'actifs font que de très nombreux modes de mesure ont été proposés. Aucun ne s'est jusqu'à présent imposé comme une référence incontournable.

La problématique de notre recherche, centrée sur le sentiment de marché, s'inscrit bien sûr dans ce large mouvement de retour à une conception plus large, non limitée à la rationalité, du comportement des investisseurs.

²⁹ Shleifer A., *Inefficient markets: an introduction to behavioral finance*, 2000, coll. Clarendon Lectures in Economics, Oxford University Press, Angleterre.

2 - Problématique

L'objectif de cette recherche est d'étudier de manière approfondie le sentiment de marché, ses modes de mesure et, essentiellement au travers de la partie empirique, certaines modalités de son utilisation dans la gestion d'actifs.

Il s'agira d'abord de définir et mettre en perspective la notion de sentiment de marché en essayant de cerner les limites de la rationalité des investisseurs, tant individuelle, principalement à l'aide des heuristiques et de la neuroéconomie, que collective, en utilisant les concepts de mimétisme et de bulle spéculative. Nous détaillerons aussi les différents modes de mesure du sentiment de marché et nous tenterons d'évaluer leur pertinence en nous référant aux études qui y ont été consacrées.

Ensuite, nous proposerons deux recherches, largement indépendantes, visant à contribuer à une meilleure intégration du sentiment de marché dans la gestion d'actifs :

- Nous mettrons en évidence le fait que les moments centrés d'ordres trois et quatre peuvent être vus comme des indicateurs de sentiment,
- Nous montrerons que le comportement des indicateurs de sentiment ne correspond pas à l'utilisation *contrarian*³⁰ qui en est souvent faite.

3 - Plan de la recherche

Cette recherche s'articule en deux parties comportant chacune deux chapitres. La première partie est un état des connaissances, dans la seconde est présenté le détail de nos études empiriques relatives à la mesure et à l'utilisation du sentiment de marché.

Après le rappel de différentes définitions, le chapitre I sera largement consacré à une étude de la littérature relative à la rationalité des investisseurs puisque c'est principalement sur ce point que la finance comportementale, dont est issu le sentiment de marché, s'oppose à la finance classique. Les notions de mimétisme et de bulles

³⁰ A la suite de J.-F. Boulier et C. Pardo ("Mini guide de la gestion pour compte de tiers ou tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur la gestion d'actifs" in *Revue d'Economie Financière*, 2005, 79), nous utiliserons le qualificatif anglais *contrarian* qui n'a pas à notre connaissance d'équivalent en français.

spéculatives nous permettrons d'aborder la rationalité dans sa dimension collective et d'avoir un regard un peu différent sur les phases d'euphorie évoquées précédemment. Pour finir, nous définirons le sentiment de marché en insistant sur la diversité des approches et sur les questions que pose le recours à un investisseur représentatif.

Pour être opérationnel, le sentiment de marché doit bien sûr être mesuré. Ce sera l'objet du chapitre II. Nous y détaillerons les principaux modes de mesures directe, indirecte et composite qui ont été proposés, ce qui nous permettra de mettre en évidence leur multiplicité, et le fait que ces mesures ramènent le plus souvent le sentiment à la seule dimension de l'optimisme-pessimisme. Ensuite, nous étudierons le lien entre rentabilités, volatilité et sentiment de marché mesuré.

Dans le chapitre III, nous mettrons en relation skewness, kurtosis et sentiment de marché. L'intuition de départ est l'existence d'un lien entre deux faits non conformes à la conception initiale de l'efficience des marchés selon Fama (1965b)³¹ : la rationalité limitée des investisseurs, mise en évidence dans le chapitre I, et la non-normalité de la distribution des rentabilités des actifs financiers. Pour établir ce lien de manière empirique, nous utiliserons la fonction sentiment de Shefrin (2008)³², des modèles multi-agent et le modèle d'Alles (2004)³³ qui permet de simuler l'impact de chocs d'information sur la valeur des moments centrés d'ordre supérieur. Alles propose une interprétation des résultats en termes de psychologie des investisseurs.

Les indicateurs de sentiment sont le plus souvent utilisés comme des indicateurs *contrarian*. En d'autres termes, lorsque le sentiment mesuré est extrême, les opérateurs anticipent un renversement psychologique plus ou moins brutal et donc un mouvement des cours dont le sens est largement prévisible. Dans le chapitre IV, nous chercherons à montrer que le comportement des indicateurs de sentiment ne correspond pas à cette stratégie *contrarian* car leur évolution est marquée par des successions de valeurs élevées ou, au contraire, de valeurs basses. Pour cela, nous utiliserons, après l'avoir présentée, la notion de mémoire.

³¹ Fama E.F. (1965b, loc. cit.).

³² Shefrin H., *A behavioral approach to asset pricing*, 2^{ème} édition, Burlington, U.S.A., Academic Press - Elsevier, 2008.

³³ Alles L., "Time varying skewness in stocks returns: an information-based explanation" in *Quarterly journal of business and economics*, winter/spring 2004.

1ère partie : de la rationalité au **sentiment de marché**

Introduction de la première partie

La rationalité est un élément commun à l'hypothèse d'efficience des marchés et à la finance comportementale. Pour les tenants de la première, elle caractérise parfaitement le comportement et les anticipations des agents économiques. Les éventuels intervenants irrationnels sont éliminés rapidement en raison des pertes que génèrent leurs stratégies, entre autres grâce à l'intervention des arbitragistes qui ramènent le cours vers sa valeur fondamentale. Pour les partisans de la finance comportementale, la rationalité est régulièrement prise en défaut et tout modèle ou théorie valide doit prendre en compte la part irrationnelle du comportement.

Nous avons donc choisi, dans le chapitre I, d'étudier le sentiment de marché en partant de la rationalité du comportement et des anticipations. Pour cela, nous utiliserons surtout les travaux de Kahneman et Tversky ainsi que des résultats issus de travaux en neuroéconomie. Si la finance et l'économie classiques ou néoclassiques considèrent l'investisseur ou *l'homo œconomicus* comme un être solitaire, qui ne cherche qu'à maximiser son utilité en utilisant toute l'information et sans prendre en compte son environnement, de nombreux chercheurs ont mis en évidence le rôle de l'imitation dans les comportements humains. Ceci nous conduira à étudier le comportement des investisseurs en tant que groupe plus ou moins homogène. Il s'agira donc d'analyser leur rationalité collective au travers du mimétisme et des bulles spéculatives. Enfin, nous tenterons de définir le sentiment de marché et aborderons les questions que pose le recours à un investisseur représentatif.

Le chapitre II sera d'abord consacré à une présentation des différents modes de mesure du sentiment de marché. De nombreuses méthodes ont été proposées, elles s'appuient soit sur des sondages d'opinion, soit sur l'exploitation d'autres informations, généralement celles contenues dans les données de marché. Certains chercheurs ont également essayé de combiner plusieurs mesures afin d'obtenir une évaluation plus large, donc plus performante, de l'état d'esprit des investisseurs. Pour arriver à ce résultat, le traitement statistique est assez complexe car une simple agrégation des

mesures conduirait à prendre en compte plusieurs fois la même information. Pour être utilisé dans la gestion d'actifs, le sentiment de marché doit permettre une anticipation des rentabilités voire de la volatilité. Ce sera l'objet de la seconde section du chapitre II.

Chapitre I : Efficience, finance comportementale et sentiment de marché

Introduction

Sur un marché efficient, le cours d'une action tend vers sa valeur fondamentale, définie comme la somme actualisée des dividendes futurs anticipés rationnellement par les agents. Tous les intervenants sont censés utiliser ce modèle, supposé juste et basé sur l'analyse fondamentale (Phelps, 1987)³⁴. Le prix observé sur le marché reflète instantanément toute l'information disponible, supposée gratuite, y compris les événements passés et les anticipations des événements futurs (Fama, 1965b³⁵).

Dans ce contexte, les fluctuations de prix ne peuvent être dues qu'à l'apparition d'événements imprévisibles, elles sont aléatoires. On ne peut pas prévoir les rentabilités futures à partir des rentabilités passées de manière suffisamment efficace pour générer un profit "anormal".

Plusieurs chercheurs ont mis en évidence des situations, généralement appelées "anomalies", peu conformes à l'hypothèse d'efficience. On peut remarquer par exemple :

- Les rentabilités positives anormales des sociétés de petite taille,
- La hausse des cours d'une action lorsqu'elle est intégrée à un indice.

Souvent précédés de périodes de forte hausse des marchés actions, les différents krachs boursiers qui ont marqué l'histoire économique laissent à penser que les cours peuvent s'éloigner fortement et durablement de la valeur fondamentale avant de la rejoindre brutalement. Peut-être parce qu'il a été le premier épisode de ce type dans la période de domination de l'hypothèse d'efficience, le krach de 1987 a marqué les esprits. La

³⁴ Phelps E.S., "Marchés spéculatifs et anticipations rationnelles" in *Revue Française d'Economie*, 1987, vol. 2, 3.

³⁵ Fama E.F. (1965b, loc. cit.).

rationalité des investisseurs a été remise en cause, la finance comportementale a réellement commencé à s'affirmer face à l'hypothèse d'efficience informationnelle.

Bien que plus éloignés des marchés financiers, les travaux de psychologues, au premier rang desquels ceux de Kahneman et Tversky, ont confirmé, souvent aux travers de loteries, des failles dans la rationalité au cours des processus de décision. Pour trouver une solution rapide, le cerveau emploie des raccourcis, les heuristiques, qui éloignent la solution retenue de la rationalité.

"Anomalies", biais, écarts apparents des cours à la valeur fondamentale suivis de krachs, heuristiques sont autant d'éléments qui ont incité certains chercheurs à introduire en finance des modèles prenant en compte de manière plus sophistiquée le comportement des investisseurs. C'est ce que l'on appelle la finance comportementale. Le sentiment de marché en est bien sûr issu.

Destiné à mettre en perspective et à définir la notion de sentiment de marché, ce chapitre sera structuré de la manière suivante : les différentes sections seront successivement consacrées à une définition de l'efficience des marchés et de la rationalité, à une présentation des "anomalies", des biais, des tests de rationalité des anticipations et à une étude du mimétisme et des bulles spéculatives ; ensuite, nous prendrons un peu de distance par rapport aux marchés en nous intéressant aux heuristiques et à la neuroéconomie ; enfin, les développements précédents nous ayant permis de mettre en évidence l'intérêt de la finance comportementale, nous définirons le sentiment de marché qui est l'un des principaux moyens permettant d'espérer la rendre opérationnelle.

1.1 - Efficience, rationalité et anticipations rationnelles : définitions

Dans le cadre de l'hypothèse d'efficience informationnelle, les agents sont supposés être rationnels, tant dans leur comportement qu'en ce qui concerne leurs anticipations.

Broihanne, Merli et Roger (2004)³⁶ montrent par une série de questions à quel point la rationalité est au cœur d'interrogations essentielles en finance :

- *"Comment se forment les prix des actifs financiers sur les marchés ?*
- *Le prix d'un titre reflète-t-il la réalité économique de l'entreprise émettrice ?*
- *Quel est l'impact de l'information sur le prix des titres ?*
- *Comment mesurer le risque d'un actif financier ?*
- *Comment les intervenants opèrent-ils leurs choix d'investissements ?*
- *Peut-on décrire ces comportements ?"*

Cette section sera consacrée à un rappel de définitions et à diverses précisions relatives à l'hypothèse d'efficience puis à la rationalité.

1.1.1 - L'efficience informationnelle des marchés : définitions et classification

Comme indiqué dans l'introduction générale, plusieurs propositions ont été faites afin de définir ce qu'est un marché efficient. Nous retiendrons celle de Jensen (1978)³⁷ :

"Un marché est efficient si les prix reflètent les informations à tel point que tout profit réalisé à partir de ces informations n'excède pas les coûts liés à la transaction."

³⁶ Broihanne M.-H., Merli M. et Roger P., *Finance comportementale*, 2004, Economica, collection Gestion, Paris.

³⁷ Jensen M. C. (1978, loc. cit.).

Afin de faciliter les tests de validité de l'hypothèse d'efficience, Fama (1970)³⁸ en a précisé trois formes, selon l'information à prendre en compte :

- La forme faible : l'information retenue est celle qui est contenue dans les cours passés.
- La forme semi-forte : toute l'information publique doit être prise en compte, par exemple les résultats prévus, les rumeurs.
- La forme forte : outre l'information publique, l'information privée est intégrée aux tests.

En 1991, Fama³⁹ a fait évoluer cette classification. Le contenu de l'information utilisée pour les tests de la forme faible, renommés tests de prévisibilité des rentabilités (*tests for return predictability*), est élargi à toutes les données économiques et financières pouvant être utilisées pour prévoir les cours. Les tests des formes semi-forte et forte changent d'appellation pour devenir respectivement les tests d'événement (*event studies*) et les tests sur l'information privée (*tests for private information*).

1.1.2 - La rationalité du comportement

En utilisant les loteries, Von Neumann et Morgenstern (1944)⁴⁰ ont formalisé la rationalité au travers des axiomes suivants :

- Axiome 1, de préférence ou de comparabilité : l'individu est toujours capable de classer toutes paires de loterie {La, Lb} par préférence ;
- Axiome 2, de transitivité : pour tout triplet de loteries {La, Lb, Lc}, si La est préférée à Lb et Lb à Lc, alors La est préférée à Lc ;
- Axiome 3, de non saturation : l'individu peut toujours augmenter sa satisfaction ;
- Axiome 4, de continuité : l'ordre de préférence d'un individu n'est pas perturbé par un changement mineur des probabilités d'occurrence des différents états ;
- Axiome 5, dit d'indépendance des alternatives : si on prend deux loteries et qu'on mélange chacune d'elles avec une troisième, les préférences de l'individu ne sont pas perturbées par la nature de la troisième loterie.

³⁸ Fama E.F. (1970, loc. cit.).

³⁹ Fama E. F., "Efficient Capital Markets: II" in *Journal of Finance*, 1991, vol. 46, 5.

⁴⁰ Von Neumann J. et Morgenstern O., *Theory of games and economic behavior*, 1944, Princeton University Press, USA.

Von Neumann et Morgenstern démontrent ensuite le théorème suivant, dit de l'utilité espérée (nous reprenons la présentation qui en a été faite par Broihanne, Merli et Roger, 2004⁴¹) :

Si la relation de préférence \succeq définie sur $L(\Omega)$ satisfait les axiomes de continuité et d'indépendance, alors la relation \succeq peut être représentée par une fonction de préférence linéaire dans les probabilités et il existe un scalaire u_n associé à chacun des revenus monétaires x_n , $n = 1, \dots, N$ tel que pour toute paire de loteries :

$$L^a = (p_1^a, \dots, p_N^a) \quad \text{et} \quad L^b = (p_1^b, \dots, p_N^b)$$

$$L^a \succeq L^b \Leftrightarrow \sum_{n=1}^N p_n^a u_n \geq \sum_{n=1}^N p_n^b u_n \quad (1.1)$$

Ce théorème illustre le fait que, lorsque les axiomes de continuité et d'indépendance sont vérifiés, les préférences de l'individu peuvent être représentées par une fonction d'utilité linéaire des probabilités. Cette fonction permet la transformation des gains monétaires en satisfaction de l'individu. La satisfaction maximale est obtenue par la combinaison de loteries dont l'espérance d'utilité est la plus grande.

En 1953, à l'intérieur d'un article dans lequel il remet en cause l'axiomatique de Von Neumann et Morgenstern (1944)⁴², Allais⁴³ définit l'homme rationnel comme étant celui qui poursuit des fins cohérentes entre elles et qui emploie des moyens appropriés aux fins poursuivies.

La rationalité renvoie à l'*homo æconomicus*, agent représentatif, rationnel, universel et atemporel dont l'unique mobile est l'intérêt personnel. Les caractères atemporel et universel traduisent le fait que l'*homo æconomicus* est censé être indifférent à son milieu ; son environnement économique, social n'intervient pas dans son jugement.

⁴¹ Broihanne M.-H., Merli M. et Roger P. (2004, op. cit.).

⁴² Von Neumann J. et Morgenstern O. (1944, op. cit.).

⁴³ Allais M., "Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : critique des postulats et axiomes de l'école américaine" in *Econometrica*, 1953, vol. 21, 4.

Lardic et Mignon (2006)⁴⁴ précisent trois conceptions de la rationalité : instrumentale, cognitive et limitée ou procédurale. Nous les présentons ci-dessous.

L'hypothèse de base de l'économie néoclassique est que tout individu cherche à optimiser son utilité sous contrainte dans un univers dans lequel l'information est illimitée et gratuite. L'agent n'est soumis qu'à des contraintes externes (revenus, technologie), ses capacités cognitives ne sont pas limitées. Dans ce contexte, la rationalité instrumentale mesure l'efficacité des agents économiques. Les hypothèses relatives à la capacité cognitive et à la gratuité de l'information semblent être assez éloignées de la réalité.

Pour être plus en phase avec cette réalité, Walliser (1982)⁴⁵ introduit la rationalité cognitive. L'univers tel que se le représentent les agents peut différer de l'univers réel. Dans ce cas, est rationnel l'agent qui anticipe une évolution de son environnement en cohérence avec les informations qu'il détient.

Pour Simon (1955)⁴⁶, l'agent économique est limité dans sa capacité de traitement de l'information, c'est la contrainte la plus forte à laquelle il est soumis. Elle est interne, contrairement à ce que nous avons vu pour la rationalité instrumentale. Dans ce contexte, qualifié de rationalité limitée ou procédurale, l'agent cherche à atteindre un seuil de satisfaction qu'il juge suffisant. De par son aspect subjectif, la satisfaction conduit à juger de la pertinence du processus de choix et non du choix lui-même.

Ces deux dernières définitions de la rationalité sont bien adaptées aux marchés financiers eu égard, par exemple, à la masse d'informations disponibles et à la subjectivité de la satisfaction ressentie après avoir atteint un certain niveau de rentabilité sur un actif.

Malgré cela, afin d'éviter toute ambiguïté, nous retiendrons la définition la plus restrictive de la rationalité, qui exclut toute limite à la capacité cognitive des agents ainsi qu'aux informations qu'ils détiennent.

⁴⁴ Lardic S. et Mignon V. (2006, op. cit.).

⁴⁵ Walliser B., "Equilibres et anticipations" in *Revue Economique*, 1982, 4.

⁴⁶ Simon H. A., "A behavioral model of rational choice" in *Quarterly Journal of Economics*, 1955, vol. 69, 1.

L'hypothèse d'efficience des marchés est compatible avec une certaine irrationalité dans les trois cas suivants, de moins en moins restrictifs (Broihanne, Merli et Roger, 2004⁴⁷) :

- Tous les investisseurs sont parfaitement rationnels et leurs anticipations sont homogènes. Le prix intègre alors toute l'information et reflète la valeur fondamentale.
- Certains investisseurs ne sont pas parfaitement rationnels ou sont générateurs de bruit. Si leurs stratégies ne sont pas corrélées, leurs opérations se compensent. Les volumes de transaction augmentent mais le prix ne peut s'éloigner durablement de la valeur fondamentale.
- Certains investisseurs ne sont pas parfaitement rationnels et leurs interventions sont corrélées (mimétisme). La présence d'arbitragistes, considérés comme des investisseurs informés, ramène le prix vers sa valeur fondamentale.

Même s'ils permettent de faire un pas significatif vers la réalité, ces trois cas supposent une rationalité forte des agents économiques, ce qui les distingue des investisseurs irrationnels, qualifiés de bruiteurs ou *noise traders*.

A contrario, les investisseurs sont considérés comme irrationnels lorsqu'ils réagissent de manière non cohérente avec les informations qu'ils détiennent pour différentes raisons parmi lesquelles on peut citer (Gillet, 2006⁴⁸) :

- Un mauvais traitement de l'information,
- Un besoin urgent de liquidités,
- L'obligation de livrer des titres suite à des ventes d'options.

Au-delà des différentes définitions de la rationalité, il est indispensable de quantifier en termes de probabilités la manière dont un agent rationnel révisé ses croyances, d'autant que cela correspond à une situation courante. Par exemple, sur les marchés financiers, les investisseurs reçoivent en permanence des informations qui modifient la probabilité relative de différents scénarios économiques et événements à venir. Dans ce type de situations, un agent rationnel révisé ses croyances selon la règle de Bayes publiée en 1763⁴⁹ (formule 1.2).

⁴⁷ Broihanne M.-H., Merli M. et Roger P. (2004, op. cit.).

⁴⁸ Gillet P., (2006, op. cit.).

⁴⁹ Bayes T., "An essay towards solving a problem in the doctrine of chances" in *The Philosophical Transactions*, 1763, 53.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A).P(A)}{P(B|A).P(A) + P(B|A^C).P(A^C)} \quad (1.2)$$

avec,

A et B : deux événements dont la probabilité est connue,

P(X) : probabilité de l'événement X,

P(B|A) : probabilité de B connaissant celle de A (valeur connue),

A^C : événement complémentaire à A dont la probabilité est égale à un moins celle de A.

Les contraintes relatives à la rationalité concernent le comportement des agents mais aussi leurs anticipations.

1.1.3 - Les anticipations rationnelles

La première définition des anticipations rationnelles a été donnée par Muth (1961)⁵⁰ :

"Les anticipations, puisqu'elles sont des prévisions bien informées des événements futurs, sont essentiellement les mêmes que les prévisions de la théorie économique pertinente. Au risque de confondre cette hypothèse purement descriptive avec une opinion tranchée sur ce que les entreprises devraient faire, nous appellerons de telles anticipations des anticipations rationnelles".

Formellement,

$$X_t^a = E[X_t | I_{t-1}] \quad (1.3)$$

avec,

X_t^a : anticipation de la valeur de X_t faite en $t - 1$,

I_{t-1} : ensemble de l'information disponible en $t - 1$,

E : espérance mathématique.

⁵⁰ Muth J. F., "Rational expectations and the theory of price movements" in *Econometrica*, 1961, vol. 29, 3.

Lucas, aidé par différents auteurs, a repris et popularisé ce concept de Muth (1961)⁵¹ (entre autres en 1981⁵²) et a reçu un prix Nobel pour ses travaux.

Alors que l'on considérait généralement que les anticipations des agents étaient constantes (espérance des grandeurs économiques constante entre deux périodes successives) ou adaptatives (correction des anticipations grâce aux erreurs passées), les anticipations rationnelles amènent à considérer que les agents sont rationnels dans le traitement de l'information. Ils sont supposés être capables d'en optimiser le traitement.

L'information comprend le modèle économique concerné et les valeurs présentes et passées des variables qui lui sont attachées. L'existence d'anticipations rationnelles est soumise à l'existence d'un modèle économique exact et utilisé par tous les individus (Lardic et Mignon, 2006⁵³).

Walliser (1982)⁵⁴ synthétise les conditions nécessaires à la formation d'anticipations rationnelles :

- L'agent a correctement spécifié le modèle liant la variable anticipée aux autres variables,
- L'agent connaît l'historique de toutes les variables figurant dans le modèle,
- L'anticipation, conditionnelle à l'ensemble de l'information disponible, faite par l'agent est une estimation sans biais de la variable à prévoir.

Rappelons que, dans le cadre des anticipations rationnelles, on suppose que tout agent utilise le même modèle, celui de l'actualisation des dividendes futurs (Phelps, 1987)⁵⁵.

Dans la définition de Muth (1961), on suppose implicitement que les agents ont des capacités de recueil et de traitement de l'information illimitées, ce qui est assez peu réaliste. Lardic et Mignon (2006) soulignent, que, selon Muth, cette hypothèse reflète les études empiriques qui indiquent que tout se passe "comme si" les agents disposaient d'une connaissance parfaite de la théorie économique pertinente.

⁵¹ Muth J. F. (1961, loc. cit.).

⁵² Lucas E. L. et Sargent T. J., *Rational expectations and econometric practice*, volume 1, 1981, Minnesota Archive Editions, University of Minnesota Press, USA.

⁵³ Lardic S. et Mignon V. (2006, op. cit.).

⁵⁴ Walliser B. (1982, loc. cit.).

⁵⁵ Phelps E.S. (1987, loc. cit.).

1.1.4 - Conclusion

Von Neumann et Morgenstern (1944)⁵⁶ ont donné la première définition de la rationalité, Muth (1961) celle des anticipations rationnelles.

Différents degrés de rationalité ont été proposés, en particulier en acceptant de juger comme rationnelle une décision prise en utilisant un volume d'informations plus limité. On peut tout de même retenir que la finance classique prend comme hypothèse une rationalité forte des investisseurs.

Certains comportements des prix, les "anomalies", et des investisseurs, les biais, semblent peu compatibles avec l'hypothèse de rationalité, qui est également mise en cause par l'application de tests relatifs aux anticipations. Ce sera l'objet de la prochaine section.

⁵⁶ Von Neumann J. et Morgenstern O. (1944, op. cit.).

1.2 - "Anomalies", biais et tests de rationalité des anticipations, remises en causes empiriques de la rationalité des investisseurs

Les "anomalies" et les biais présentés dans cette section ont souvent été utilisés pour tester l'hypothèse d'efficience. Moins fréquemment employés, les tests de rationalité des anticipations apportent aussi un éclairage intéressant.

1.2.1 - Les "anomalies"

Au-delà des différentes définitions et formes de l'efficience informationnelle rappelées précédemment, plusieurs études ont mis en évidence des "anomalies" dans l'évolution des cours de bourse. Les plus courantes seront décrites dans cette section.

1.2.1.1 - L'effet PER (price earning ratio)

Sur un marché qui intègre l'information de manière efficiente, le PER reflète les anticipations relatives à la croissance future de l'entreprise. Si les investisseurs anticipent une croissance à long terme des résultats d'une société, ses actions doivent avoir un PER élevé.

Plusieurs études ont montré que les actions dont le PER est faible sont plus performantes que celles dont le PER est élevé. Cet effet a été initialement testé par Basu (1977)⁵⁷ sur le New York Stock Exchange (NYSE) sur la période d'avril 1957 à mars 1971.

Derbel, Hamon et Jacquillat (1991)⁵⁸ mettent en évidence le même phénomène sur le marché français.

⁵⁷ Basu S., "Investment performance of common stocks in relation to their price-earning ratios: a test of the efficient market hypothesis" in *The Journal of Finance*, 1977, vol. 32, 3.

⁵⁸ Derbel T., Hamon J. et Jacquillat B., "Les anomalies boursières : les effets PER, taille et prix" in *Les Cahiers de recherche du CEREG*, 1991, Université Paris-Dauphine, 9101.

Même si une majorité d'études concluent à la présence d'un effet PER, certains chercheurs aboutissent à des résultats contraires. Par exemple, Girerd-Potin (1991)⁵⁹ considère que le supplément de rentabilité des valeurs à PER faible est la contrepartie d'un risque supplémentaire.

1.2.1.2 - L'effet taille

En utilisant le MEDAF (modèle d'évaluation des actifs financiers), Banz (1981)⁶⁰ montre que les actions des sociétés de petite taille sont caractérisées par des rentabilités positives anormales.

Reinganum (1981)⁶¹ confirme ce résultat et montre que les rentabilités anormales persistent pendant au moins deux ans. Il met également en évidence le fait que l'effet PER disparaît lorsque l'on intègre l'effet taille en variable de contrôle.

Dans le même article, Reinganum considère que la durée pendant laquelle on constate des rentabilités anormales conduit à remettre en cause le modèle de valorisation (MEDAF) plus que l'efficience du marché.

1.2.1.3 - Les "anomalies" temporelles

Si le marché est efficient, il ne doit pas y avoir de différence significative entre les rentabilités des différentes périodes. En effet, si une rentabilité anormale peut être anticipée, les investisseurs essaient d'en profiter, ce qui a pour effet de l'annuler. Certains chercheurs ont pourtant remarqué, entre autres, un effet *week-end* et un effet *janvier* que nous allons présenter.

⁵⁹ Girerd-Potin I., Les Anomalies de Rentabilité en France liées à la Taille et au P.E.R., Thèse de Sciences Economiques, 1991, Ecole Supérieure des Affaires de l'Université Grenoble 2.

⁶⁰ Banz R. W., "The relationship between return and market value of common stocks" in *Journal of Financial Economics*, 1981, 9.

⁶¹ Reinganum M. R., "Misspecification of capital asset pricing: empirical anomalies based on earning yields and market values" in *Journal of Financial Economics*, 1981, 12.

La rentabilité moyenne du lundi est négative. C'est l'effet *week-end* ou effet *lundi*. Il a été remarqué par French (1980)⁶², Solnik (1990)⁶³ ou Hamon et Jacquillat (1991a)⁶⁴. Sur la période 1953-1977, à partir des historiques journaliers du Standard & Poor's 500 (SP 500), French met en évidence une rentabilité moyenne négative (-0.168 %) le lundi.

Certaines études ont mis en évidence une rentabilité supérieure des actions durant le mois de janvier, relativement aux autres mois de l'année. On peut citer Hamon (1986)⁶⁵, Hamon et Jacquillat (1991b)⁶⁶.

Ce phénomène serait surtout remarquable sur la première moitié de janvier. Les moins-values, supposées plus fréquentes sur les petites capitalisations, conduiraient à des ventes en fin d'année destinées à les matérialiser et à des achats au début de l'année suivante. Ces opérations seraient motivées par des raisons fiscales. Si on prend en compte la plus grande volatilité et la plus faible liquidité de ce type d'actions, on aurait une cause possible de l'effet *janvier* (Reinganum, 1983)⁶⁷. Thaler (1987)⁶⁸ montre que l'effet *janvier* est présent même dans des pays dans lesquels l'année fiscale ne coïncide pas avec l'année civile.

D'un point de vue comportemental, Shiller (1999)⁶⁹ indique que la fin d'année est perçue comme une période de bilan, pendant laquelle on solde un certain nombre de positions, et le début de l'année suivante comme un renouveau qui pousse à se repositionner sur le marché. Ce serait la cause de l'effet *janvier*.

⁶² French K., "Stock returns and the weekend effect" in *Journal of Financial Economics*, 1980, vol. 8, 1.

⁶³ Solnik B., "The distribution of daily stock returns and settlement procedure: the Paris Bourse" in *The Journal of Finance*, 1990, vol. 45, 5.

⁶⁴ Hamon J. et Jacquillat B., "Saisonnalité des rentabilités dans la semaine et la séance à la bourse de Paris" in *Finance*, 1991, vol. 12, 1.

⁶⁵ Hamon J., "Le caractère saisonnier des rentabilités mensuelles à la bourse de Paris" in *Finance*, 1986, vol. 7, 1.

⁶⁶ Hamon J. et Jacquillat B., "Effet janvier et taille à la bourse de Paris" in *Cahiers de recherche du CEREQ*, 1990, Université Paris-Dauphine, 9012.

⁶⁷ Reinganum M. R., "The anomalous stock market behavior of small firms in January: empirical test for tax-loss selling effect", 1983, in *Journal of Financial Economics*, vol. 12, 1.

⁶⁸ Thaler R. H., "Anomalies: the January effect" in *Journal of Economic Perspectives*, 1987, vol. 1, 1.

⁶⁹ Shiller R. J. (1999, loc. cit.).

D'autres "anomalies" temporelles ont été mises en évidence. On peut citer :

- Un excès de rentabilité au début de chaque mois sur les actions du NYSE (New York Stock Exchange) entre 1963 et 1981 (Ariel, 1987⁷⁰),
- Des rentabilités sur les actions du Dow Jones industriel plus élevées sur les trois premières et les trois dernières séances de chaque mois (Lakonishok et Smidt, 1987⁷¹),
- Des rentabilités sur actions en moyenne plus élevées les veilles de jours fériés (Ariel, 1990)⁷²,
- Des rentabilités plus fortes à proximité de l'ouverture et de la fermeture de la bourse (Harris, 2006⁷³),
- Une corrélation entre volatilité et volume des transactions et une volatilité interséance plus faible que la volatilité intraséance (Hamon et Jacquillat, 1992⁷⁴).

L'absence d'opportunité d'arbitrage est une autre des caractéristiques d'un marché efficient. Certaines situations semblent pourtant remettre en cause ce principe.

1.2.1.4 - Les "anomalies" relatives aux opportunités d'arbitrage

L'hypothèse d'absence d'arbitrage repose sur la perfection du marché (Broihanne, Merli et Roger, 2004⁷⁵) qui se traduit par :

- Une absence de frein aux transactions,
- Une autorisation des ventes à découvert,
- Un coût de transaction nul.

⁷⁰ Ariel R. A., "A monthly effect in stock returns" in *Journal of Financial Economics*, 1987, vol. 18, 1.

⁷¹ Lakonishok J. et Smidt S., "Are seasonal anomalies real? A ninety-year perspective" in *Review of Financial Studies*, 1987, vol. 1, 4.

⁷² Ariel R. A., "High stock returns before holidays: existence and evidence on possible causes", *The Journal of Finance*, 1990, vol. 45, 5.

⁷³ Harris L., "A transaction data study of weekly and intraday patterns in stock returns" in *Journal of Financial Economics*, vol. 16, 1.

⁷⁴ Hamon J. et Jacquillat B., *Le marché français des actions. Etudes empiriques*, 1992, PUF, collection finance, Paris.

⁷⁵ Broihanne M.-H., Merli M. et Roger P., (2004, op. cit.).

Par ailleurs, implicitement, on considère que l'horizon de l'investisseur est fini. Si deux portefeuilles engendrent le même flux unique en T, date future, ils doivent avoir le même prix à toute date antérieure à T. La date T doit donc être définie.

Les sections suivantes, qui s'inspirent des travaux de Broihanne, Merli et Roger (2004), seront consacrées à la présentation de deux situations dans lesquelles semblent exister des opportunités d'arbitrage : les actions jumelles et les entrées ou sorties d'actions de la composition d'indices représentatifs de marchés.

1.2.1.4.1 - Les actions jumelles

Les actions jumelles sont des actions de deux compagnies différentes donnant droit aux mêmes dividendes futurs. En pratique, il s'agit de sociétés ayant fusionné mais gardant des structures juridiques et des cotations distinctes.

Un exemple couramment cité pour illustrer le cas des actions jumelles est celui de Royal Dutch et Shell Transport. De 1907 à juillet 2005, date à laquelle ces deux sociétés ont été regroupées sous l'appellation Royal Dutch Shell plc, Royal Dutch et Shell transport partageaient leurs bénéfices selon une proportion soixante-quarante.

Au-delà des raisons qui avaient poussé les dirigeants à adopter cette structure, la répartition des bénéfices devait conduire l'action Royal Dutch à valoir une fois et demie l'action Shell. Rosenthal et Young (1990)⁷⁶ et Froot et Dabora (1999)⁷⁷ ont mis en évidence des écarts très importants par rapport à cette valorisation relative théorique. Entre 1980 et 1995, sur Royal Dutch, cet écart a varié entre moins quinze et plus trente-cinq pour cent.

Comme souvent, cette situation anormale en regard de l'hypothèse d'efficience a été attribuée à la présence d'intervenants irrationnels (*noise traders*). Leurs opérations pourraient générer un accroissement de l'écart entre cours réel et cours théorique en

⁷⁶ Rosenthal L. et Young C., "The seemingly anomalous price behavior of Royal Dutch Shell and Unilever, NV/PLC" in *Journal of Financial Economics*, 1990, vol. 26, 1.

⁷⁷ Froot K. et Dabora E., "How are stock prices affected by the location of trade?" in *Journal of Financial Economics*, 1999, vol. 53, 2.

raison des signaux qu'ils utilisent pour entrer ou sortir du marché et de leur horizon de temps plus long que celui des arbitragistes.

Froot et Dabora (1999) montrent que les évolutions des cours sont liées à celles des indices des pays dans lesquels les entreprises sont domiciliées. Elles ne sont donc pas aléatoires, ce qui devrait être le cas si elles résultaient des interventions des *noise traders*. Les explications relatives à la fiscalité ne semblent pas être plus convaincantes.

Dans une étude similaire qui traite d'actions américaines et australiennes, Bedi, Richards et Tennant (2003)⁷⁸ ne trouvent pas non plus d'explications convaincantes à cette anomalie qui reste donc sans solution dans le cadre de l'efficience des marchés.

Les changements de composition des indices génèrent aussi des anomalies qui seront détaillées dans la suite de ce développement.

1.2.1.4.2 - Composition des indices et efficience

Au gré des évolutions micro ou macro-économiques, les autorités compétentes modifient la composition des indices. A titre d'exemple, Euronext a un conseil scientifique qui gère les indices du marché parisien.

Selon l'hypothèse d'efficience, seules des informations susceptibles de faire évoluer la valeur fondamentale (taux d'intérêt ou dividendes) peuvent faire varier significativement les cours d'une action.

Denis, McConnell, Ovtchinnikov et Yu (2003)⁷⁹ montrent que souvent les bénéfices d'un titre augmentent après son inclusion dans un indice. On peut donc attribuer, au moins partiellement, la hausse habituelle des cours d'une action qui vient d'être intégrée dans la composition d'un indice à cet accroissement de la rentabilité. Il n'y a pas de violation évidente de l'efficience.

⁷⁸ Bedi J., Richards A. et Tennant P., The characteristics and trading behavior of dual listed companies, 2003, research discussion paper 2003-06, international department, Reserve bank of Australia.

⁷⁹ Denis D., McConnell J., Ovtchinnikov A. et Yu Y, "S&P 500 index additions and earning expectations" in *The Journal of Finance*, 2003, vol. 58, 5.

Vijh (1994)⁸⁰ constate qu'après qu'une action a été incluse dans le SP 500, son β augmente. Barberis, Shleifer et Wurgler (2005)⁸¹, au travers d'un modèle plus sophistiqué, arrivent à la même conclusion. Ils constatent même une augmentation plus forte des β sur les données les plus récentes. S'ils évoquent la lenteur de la diffusion de l'information comme explication possible, ils concluent en insistant sur l'importance des *noise traders* dans l'évaluation des actions. En d'autres termes, selon eux, une partie au moins du phénomène d'augmentation des β est en dehors de la rationalité.

Aux interrogations suscitées par les "anomalies" s'ajoutent celles, plus tournées vers le comportement des investisseurs, posées par les biais.

1.2.2 - Les biais

On appelle biais la tendance qu'ont les investisseurs à faire des choix non rationnels dans certaines circonstances.

On distingue généralement les biais de réaction excessive, de disposition, de surconfiance, de conservatisme et d'auto-attribution. Cette section s'appuie sur la présentation qui en a été faite par Broihanne, Merli et Roger (2004)⁸². Nous nous attacherons à montrer en quoi ils donnent un éclairage sur la rationalité des agents.

1.2.2.1 - Le biais de réaction excessive

De Bondt et Thaler (1985⁸³, 1987⁸⁴) sont les auteurs des travaux pionniers relatifs aux réactions excessives.

⁸⁰ Vijh A., "S&P trading strategies and stock betas" in *Review of Financial Studies*, 1994, vol. 7, 1.

⁸¹ Barberis N., Shleifer A. et Wurgler J., "Comovement" in *Journal of Financial Economics*, 2005, vol. 75, 2.

⁸² Broihanne M.-H., Merli M. et Roger P. (2004, op. cit.).

⁸³ De Bondt W. F. M. et Thaler R., "Does the stock market overreact ?" in *Journal of Finance*, 1985, vol. 40, 3.

⁸⁴ De Bondt W. F. M. et Thaler R., "Further evidence on investor overreaction and stock market seasonality" in *Journal of Finance*, 1987, vol. 42, 3.

Le terme réaction excessive ou sur-réaction suppose la référence à une réaction appropriée, rationnelle. C'est la règle de Bayes, de révision des probabilités, qui permet de fixer cette référence.

Si on considère qu'il y a eu sur-réaction à un moment sur un titre ou un marché, alors l'excès de variation devrait à plus ou moins court terme être compensé par une variation de sens opposé. Plus l'excès aura été important, plus sa correction sera forte.

Pour mettre en évidence les réactions excessives, De Bondt et Thaler (1985)⁸⁵ ont construit deux portefeuilles. Le premier (L) est composé des titres dont la rentabilité passée a été la plus faible, le second (W) de ceux pour lesquels elle a été la plus forte.

La performance de chacun des portefeuilles est mesurée à l'aide des rentabilités anormales (rentabilité de chaque titre moins rentabilité du marché) cumulées.

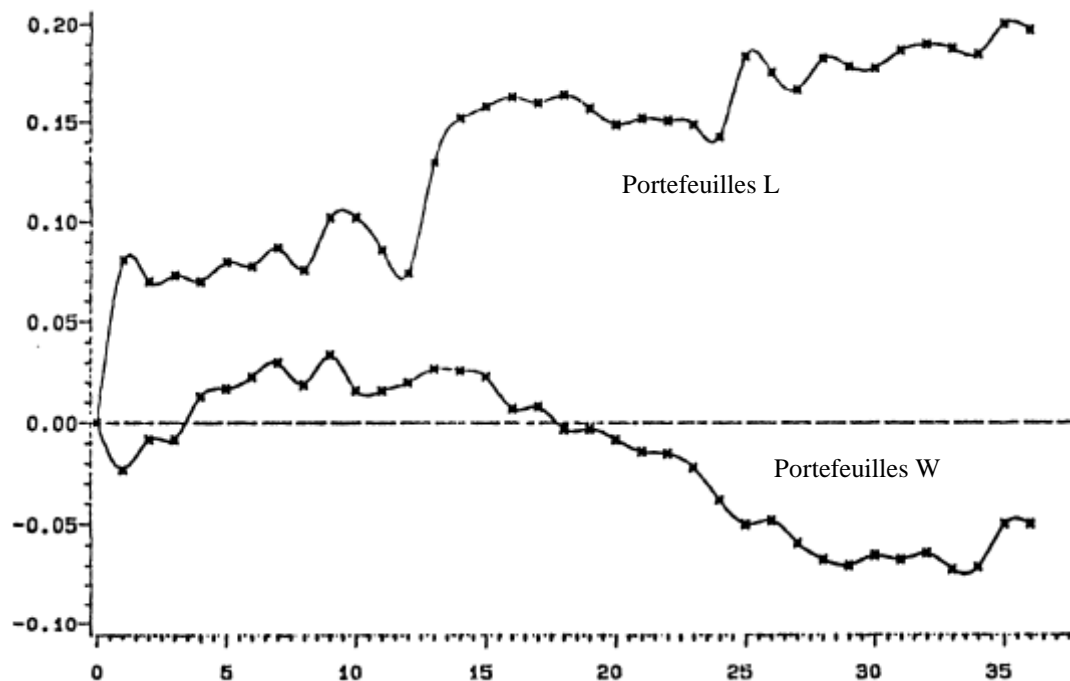
Sur un demi-siècle, la rentabilité anormale des portefeuilles L est en moyenne de 19,6 % trente-six mois après leur formation. Celle des portefeuilles W est, dans les mêmes conditions, de - 5 %. La figure 1.1 permet de détailler ces performances. Seuls les retours à la moyenne, qui font suite aux réactions excessives, peuvent expliquer un écart de performance aussi important sur un aussi grand nombre d'observations.

Cette expérience confirme donc les réactions excessives et l'inversion à long terme (*long term reversal*) qu'il ne faut pas forcément opposer à l'effet *momentum* (une hausse tend à être suivie par une hausse et une baisse par une baisse), mis en évidence par Jegadeesh et Titman (1993)⁸⁶ par exemple, qui est à plus court terme. Ces réactions excessives sont difficilement compatibles avec l'hypothèse de rationalité des investisseurs.

⁸⁵ De Bondt W. F. M. et Thaler R. (1985, loc. cit.).

⁸⁶ Jegadeesh N. et Titman S., "Returns to buying winners and selling losers: implications for stock market efficiency" in *Journal of Finance*, 1993, vol. 48, 1.

Figure 1.1 : performance anormale cumulée moyenne des portefeuilles (source : De Bondt et Thaler, 1985⁸⁷)



Remarques :

- L'axe des abscisses est un axe temporel qui va de la constitution du portefeuille (date 0) à trente-six mois.
- L'axe des ordonnées représente la performance anormale cumulée moyenne.
- Portefeuilles L : portefeuilles constitués avec les trente-cinq actions qui ont eu les plus faibles rentabilités sur les trente-six mois précédant la constitution du portefeuille.
- Portefeuilles W : portefeuilles constitués avec les trente-cinq actions qui ont eu les plus fortes rentabilités sur les trente-six mois précédant la constitution du portefeuille.

1.2.2.2 - Le biais de disposition

Shefrin et Statman (1985)⁸⁸ ont appelé biais de disposition la tendance des investisseurs à vendre les titres "gagnants" trop rapidement et à garder trop longtemps en portefeuille les titres "perdants". Ils gèrent donc de manière non optimale leur portefeuille.

⁸⁷ De Bondt W. F. M. et Thaler R. (1985, loc. cit.).

⁸⁸ Shefrin H. et Statman M., "The disposition to sell winners too early and ride losers too long: theory and evidence" in *Journal of Finance*, 1985, vol. 40, 3.

Une des sources de cette gestion non optimale, qui conduit à une sous-performance, est mise en évidence par Thaler (1985)⁸⁹, il s'agit du phénomène de comptabilité mentale. Benartzi et Thaler (2001)⁹⁰ en donnent un exemple : ils ont proposé à des employés de l'Université de Californie de répartir entre deux fonds (A et B) leurs avoirs placés dans un plan de retraite. Trois expériences ont été menées :

Expérience 1 : fonds A : 100 % actions - fonds B : 100 % obligations

Expérience 2 : fonds A : 100 % actions - fonds B : 50 % obligations et 50 % actions

Expérience 3 : fonds A : 50 % obligations et 50 % actions - fonds B : 100 % obligations

Les résultats sont présentés dans le tableau 1.1.

Tableau 1.1 : résultats de l'enquête (source des données : Benartzi et Thaler, 2001)

| | Nombre de participants | Part allouée au fonds A (en %) |
|--------------|------------------------|--------------------------------|
| Expérience 1 | 53 | 54 |
| Expérience 2 | 66 | 46 |
| Expérience 3 | 61 | 69 |

Implicitement, la répartition entre actions et obligations de l'expérience 1 est, en raison de la clarté de sa formulation, celle qui est réellement souhaitée par les participants aux trois expériences. On voit donc que la composition mixte du fonds B dans l'expérience 2 et A dans l'expérience 3 est mal appréhendée puisqu'elle conduit à un investissement en actions qui diffère suivant la formulation de l'alternative. Il est égal à 54 % dans l'expérience 1, 73 % dans l'expérience 2, 34,5 % dans l'expérience 3. Les participants à l'expérience, dans un processus de décision non rationnel, répartissent leurs avoirs sans bien comprendre l'impact de la composition du fonds mixte.

⁸⁹ Thaler R., "Mental accounting and consumer choice" in *Marketing Science*, 1985, vol. 4, 3.

⁹⁰ Benartzi S. et Thaler R., "Naive strategies in defined contribution saving plans" in *American Economic Review*, 2001.

Plus généralement, ce phénomène de comptabilité mentale conduit les investisseurs à sous-estimer les interactions entre les différents titres de leurs portefeuilles de valeurs mobilières.

Le biais de disposition peut avoir d'autres origines. Broihanne, Merli et Roger (2004)⁹¹ citent :

- La croyance irrationnelle au retour des prix à leur moyenne,
- En réalisant leurs gains mais pas leurs pertes, les investisseurs satisfont leur recherche de fierté et évitent les regrets,
- Les investisseurs pondèrent différemment leurs gains et leurs pertes par rapport à un point de référence qui est leurs avoirs avant l'opération ; ce phénomène est modélisé par la théorie des perspectives présentée dans le chapitre III.

Roger (2007)⁹² montre que, lorsqu'une part significative des investisseurs a conscience du biais de disposition, la prime de risque qu'ils demandent pour investir sur les marchés actions augmente.

1.2.2.3 - Le biais de surconfiance

Comme précédemment à propos des réactions excessives, parler de surconfiance suppose la référence à un niveau de confiance approprié. En d'autres termes, le niveau de confiance d'un agent rationnel dans un événement doit correspondre à sa probabilité d'occurrence définie selon la règle de Bayes.

Adam Smith (1776)⁹³ avait remarqué le biais de surconfiance. On peut traduire ainsi sa pensée :

"La probabilité des gains est toujours surévaluée, la probabilité des pertes est le plus souvent sous-évaluée."

⁹¹ Broihanne M.-H., Merli M. et Roger P. (2004, op. cit.).

⁹² Roger P., Does the consciousness of the disposition effect increase the equity premium?, 2007, working paper, lab. LARGE, Université de Strasbourg.

⁹³ Smith A., *The wealth of nations*, 1776, Methuen & Co. Ltd, Londres.

Après lui, plusieurs chercheurs ont montré que les individus sont généralement surconfiants. Ils se considèrent souvent meilleurs conducteurs (Svenson, 1981⁹⁴) ou meilleurs gestionnaires (Cooper, 1988⁹⁵) que la moyenne.

L'environnement des investisseurs est caractérisé par la difficulté à prévoir l'évolution des marchés financiers. Selon Griffin et Tversky (1992)⁹⁶, c'est dans ces situations que l'on rencontre le plus de phénomènes de surconfiance.

Pour évaluer le biais de surconfiance, Odean (1999)⁹⁷ part de l'étude des transactions d'investisseurs individuels qui gèrent eux-mêmes leur portefeuille. Le raisonnement est le suivant : un investisseur surconfiant surestime la qualité de son information privée et sa capacité à traiter cette information. S'il y a surconfiance, les arbitrages ne sont pas pertinents et la rentabilité des titres cédés sera supérieure à celle des titres achetés. Odean constate qu'effectivement les actions vendues par les investisseurs individuels de son échantillon ont une meilleure rentabilité que celles qui ont été achetées sur l'ensemble des périodes étudiées.

1.2.2.4 - Les biais de conservatisme et auto-attribution

Le biais de conservatisme est la tendance à sous-pondérer l'information récente par rapport à l'information antérieure, en d'autres termes à changer trop lentement ses croyances face à une situation nouvelle.

Le biais d'auto-attribution est la caractéristique psychologique des agents qui fait qu'ils s'attribuent le mérite s'ils obtiennent des gains et mettent en cause des facteurs extérieurs lorsqu'ils subissent des pertes.

⁹⁴ Svenson O., "Are we all less risky and more skillful than our fellow driver?" in *Acta Psychologica*, 1981, vol. 47, 2.

⁹⁵ Cooper A. C., Dunkelberg W. C. et Woo C. Y., "Entrepreneur's perceived chances for success" in *Journal of Business Venturing*, 1988, vol. 3, 2.

⁹⁶ Griffin D. et Tversky A., "The weighing of evidence and the determinants of confidence" in *Cognitive Psychology*, 1992, vol. 24, 3.

⁹⁷ Odean T., "Do investors trade too much?" in *American Economic Review*, 1999, vol. 89, 5.

Doukas et Petmezas (2007)⁹⁸ analysent les performances de managers lors d'opérations de fusions en utilisant comme critère la rentabilité anormale de l'action. Ils montrent que cette rentabilité anormale décroît au fur et à mesure de l'augmentation du nombre d'opérations réalisées par le dirigeant et attribuent ce phénomène au biais d'auto-attribution dont il est victime. Doukas et Petmezas concluent que l'auto-attribution crée ou renforce la surconfiance du dirigeant quant à ses qualités de manager. Cette surconfiance le rend moins performant.

Comme nous l'avons vu précédemment, les investisseurs sont supposés être rationnels dans leur comportement mais aussi dans leurs anticipations. Plusieurs chercheurs ont mis au point différentes manières de tester cette rationalité des anticipations.

1.2.3 - Les tests de rationalité des anticipations boursières

Des outils spécifiques ont été mis au point afin de tester la rationalité des anticipations. Nous les présenterons avant de détailler les principaux résultats de leur application.

1.2.3.1 - Les tests de rationalité des anticipations

Plusieurs tests de rationalité des anticipations ont été proposés. Certains, liés à l'excès de volatilité des cours des actions mis en évidence par Shiller (1981a⁹⁹, 1981b¹⁰⁰), ne seront pas présentés dans cette étude car, comme le remarque Mignon (1998)¹⁰¹, au-delà des controverses relatives aux raisons qui peuvent expliquer la présence de volatilité "excessive", ces tests souffrent du problème récurrent dit de l'hypothèse jointe, c'est-à-dire du fait que l'on teste simultanément l'excès de volatilité et la pertinence de la valeur fondamentale. Il est donc très difficile de tirer des conclusions indiscutables en les utilisant.

⁹⁸ Doukas J. A. et Petmezas D., "Acquisitions, overconfident managers and self-attribution bias" in *European Financial Management*, 2007, vol. 13, 3.

⁹⁹ Shiller R. J. (1981a, loc. cit.).

¹⁰⁰ Shiller R. J. (1981b, loc. cit.).

¹⁰¹ Mignon V. (1998, op. cit.), ouvrage dans lequel sont également détaillés plusieurs tests de volatilité "excessive".

Nous détaillerons les autres en nous appuyant sur l'étude de Prat (1994)¹⁰². Ils seront présentés par ordre croissant de puissance.

1.2.3.1.1 - Le test de stationnarité

Il est couramment admis que les séries temporelles de données économiques ne sont pas stationnaires mais qu'elles sont intégrées d'ordre un. En d'autres termes, les séries de variations entre $n - 1$ et n sont stationnaires.

Fischer (1989)¹⁰³ indique que, pour une série intégrée d'ordre un et si le cours est anticipé de manière rationnelle :

1. Le cours anticipé est aussi intégré d'ordre un ;
2. Cours anticipé et cours réel sont cointégrés, ce qui signifie qu'il existe une relation stable à long terme entre la série des cours anticipés (A_t) et celle des cours réels (C_t), elle est de la forme :

$$z_t = C_t - aA_t \quad (1.4)$$

avec z_t erreur d'équilibre, formant une série intégrée d'ordre un ;

3. a , facteur de cointégration tel que défini ci-dessus, est égal à un, l'erreur d'anticipation est donc stationnaire (si a était différent de un, l'anticipation serait systématiquement supérieure ou inférieure au cours).

Prat précise que ces conditions sont nécessaires pour que les anticipations soient rationnelles mais qu'elles ne sont pas suffisantes.

¹⁰² Prat G., "La formation des anticipations boursières" in *Economie et prévisions*, 1994, n° 112.

¹⁰³ Fisher A. M., "Practitioners' corner. Unit roots and survey data" in *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 1989, vol. 51, 4.

1.2.3.1.2 - Le test d'absence de biais

Une anticipation rationnelle est faite en utilisant de manière rationnelle toute l'information. Si I_{t-1} est l'ensemble des informations disponibles en t-1, l'anticipation rationnelle faite en t-1 pour t est égale à l'espérance mathématique de la valeur future en t, conditionnelle à I_{t-1} . Formellement, en variation :

$$R_t^{ar} = E(R_t^r | I_{t-1}) \quad (1.5)$$

avec,

R_t^{ar} : rentabilité anticipée rationnellement pour t,

R_t^r : rentabilité réelle en t,

I_{t-1} : information disponible en t-1.

En reprenant les mêmes variables, on peut écrire :

$$R_t^r = R_t^{ar} + \varepsilon_t \quad (1.6)$$

avec,

ε_t : bruit blanc représentant l'erreur d'anticipation.

Prat (1995) montre que :

$$E(\varepsilon_t | I_{t-1}) = 0 \quad (1.7)$$

Cette propriété est appelée propriété d'orthogonalité, ce qui signifie que l'erreur d'anticipation est indépendante de l'ensemble des informations disponibles.

Prat indique également qu'une conséquence de la relation 1.7 est que l'erreur d'anticipation est indépendante de la variable anticipée. Formellement, en reprenant à nouveau les mêmes variables :

$$\begin{cases} R_t^r = a + bR_t^{ar} + u_t \\ a = 0 \\ b = 1 \end{cases} \quad (1.8)$$

avec u_t terme d'erreur.

Tester la rationalité des anticipations revient donc à tester la valeur de a et de b .

1.2.3.1.3 - Le test d'orthogonalité des erreurs

Même si le test d'absence de biais a été validé, il est possible que l'erreur d'anticipation soit significativement liée à l'une des variables à partir desquelles l'anticipation a été faite. Il est également possible que certaines variables aient été omises.

Pour déterminer si l'erreur de prévision est liée à des informations disponibles à la date t , à laquelle a été faite l'anticipation, on applique le test d'orthogonalité des erreurs (formule 1.9).

$$\varepsilon_t = \varepsilon_0 + \sum_i \lambda_i x_t^i + v_t \quad (1.9)$$

avec :

v_t : terme d'erreur de la droite de tendance,

ε_0 et λ_i : coefficients de la droite de tendance,

x_t^i : variable d'information i en t

Il suffit qu'un seul λ_i soit significativement différent de 0 pour que l'on puisse affirmer que les anticipations ne sont pas rationnelles.

Ce test est difficile à appliquer car on ne peut jamais être sûr d'avoir pris en compte toutes les informations, autrement dit de ne pas avoir omis au moins une variable x_t^i .

Ces tests ont été utilisés par plusieurs chercheurs, nous allons présenter les principaux résultats.

1.2.3.2 - Les résultats de l'application des tests de rationalité

Brown et Maital (1981)¹⁰⁴ testent la rationalité des anticipations en utilisant la base de données Livingstone qui rassemble les anticipations à six et douze mois d'une cinquantaine d'experts (économistes, banquiers, financiers, ...) pour une douzaine de variables économiques (prix industriels, PIB, ...). Le panel d'experts change peu. L'étude est faite pour la période 1961-1977. Brown et Maital valident largement l'absence de biais mais notent une sous-utilisation de certaines informations, ce qui les conduit à rejeter l'hypothèse d'anticipations rationnelles.

Les tests présentés précédemment ont été appliqués par McDonald et Marsh (1992)¹⁰⁵ sur des données d'enquête hebdomadaires correspondant à la période 1987-1991. Seules les conditions liées au test de Fischer ont été remplies. Les tests d'absence de biais et d'orthogonalité des erreurs les ont conduits à rejeter la rationalité des anticipations.

Prat (1994)¹⁰⁶ utilise aussi les données de Livingstone, plus précisément les anticipations des experts pour le Standard and Poor's des valeurs industrielles qui intègre quatre cents actions américaines. Il utilise les mêmes méthodes et arrive aux mêmes résultats que McDonald et Marsh.

¹⁰⁴ Brown B. W. et Maital S., "What do economists know? An empirical study of expert's expectations" in *Econometrica*, 1981, vol. 49, 2.

¹⁰⁵ McDonald R. et Marsh I. W., The efficiency of spot and futures stock indexes: a survey based perspective, contribution présentée à l'Université de Louvain en 1992, citée par Prat (1994, loc. cit.).

¹⁰⁶ Prat G. (1994, loc. cit.).

Plus récemment, Gao, Song et Wang (2008)¹⁰⁷ ont testé la rationalité des anticipations sur le marché des actions chinois. Ils montrent que les anticipations exprimées dans les sondages ne sont pas rationnelles.

Même s'ils ont au départ été plutôt conçus pour mettre en défaut l'hypothèse d'efficience des marchés, les tests de volatilité "excessive" évoqués précédemment permettent aussi de tester la rationalité des anticipations. L'affirmation de Shiller (1981a¹⁰⁸ et 1981b¹⁰⁹), qui remarque qu'en fait la volatilité des cours est très largement supérieure à celle des dividendes, est le sujet d'une véritable controverse. Par exemple, Mankiw, Romer et Shapiro (1991)¹¹⁰ calculent les écarts-types des variations annuelles des dividendes et de l'indice SP 500 sur très longue période, de 1872 à 1987. Ils obtiennent respectivement des valeurs de 12.4 % et 17.6 %. Selon eux, cet écart est insuffisant pour que l'on puisse considérer qu'il y a une vraie déconnexion entre cours et dividendes, et donc une inefficience des marchés.

Cochrane (1991)¹¹¹ indique qu'une éventuelle déconnexion entre dividendes et cours remettrait au moins autant en cause le modèle d'évaluation que l'efficience des marchés. On retrouve ici le problème dit de l'hypothèse jointe qui fait que tout écart significatif entre valeur fondamentale et cours de marché peut provenir soit de la non-efficience des marchés soit d'un problème d'évaluation de la valeur fondamentale du titre.

West (1988)¹¹² attribue l'excès de volatilité des cours à des *noise traders* qui sont victimes de phénomènes de mode.

Au final, les différentes recherches mettent en évidence la non-rationalité des anticipations.

¹⁰⁷ Gao F., Song F. et Wang J., "Rational or irrational expectations? Evidence from China's stock market" in *Journal of Risk Finance*, 2008, vol. 9, 5.

¹⁰⁸ Shiller R. J. (1981a, loc. cit.).

¹⁰⁹ Shiller R. J., "The use of volatility measures in assessing market efficiency" in *The Journal of Finance*, 1981b, vol. 36, 2.

¹¹⁰ Mankiw N. G., Romer D. et Shapiro M. D., "An unbiased reexamination of stock market volatility" in *The Journal of Finance*, 1985, vol. 40, 3.

¹¹¹ Cochrane J. H., "Volatility tests and efficient markets: a review essay" in *Journal of Monetary Economics*, 1991, vol. 27, 3.

¹¹² West K. D., "Bubbles, fads and stock price volatility test: a partial evaluation" in *The Journal of Finance*, vol. 43, 3.

1.2.4 - Conclusion

Même si certaines "anomalies" disparaissent après avoir été découvertes (Malkiel, 2003¹¹³), d'autres perdurent, ce qui semble remettre en cause la validité de l'hypothèse d'efficience et en particulier la rationalité des investisseurs puisque des agents rationnels devraient anticiper ces phénomènes et, en prenant des positions pour en profiter, tendre à les faire disparaître (Lardic et Mignon, 2006¹¹⁴).

Les biais correspondent à d'autres situations dans lesquelles les investisseurs ne font pas des choix rationnels. Ils sont à la base des modèles de Barberis, Schleifer et Vishny (1998)¹¹⁵ et de Daniel, Hirshleifer et Subrahmanyam (1998)¹¹⁶.

Malgré la controverse relative à la volatilité excessive des cours par rapport à celle des bénéfices, l'application des autres tests de rationalité des anticipations permettent de mettre en évidence leur non-rationalité.

Au final, on remarquera tout de même que, malgré les doutes que l'on peut avoir sur la rationalité des investisseurs, il ne nous a jamais été possible de mettre en évidence une situation permettant de générer un profit "anormal". Selon la définition de l'efficience que nous retenons, celle donnée par Jensen en 1978¹¹⁷, il n'y a donc pas de violation de l'hypothèse d'efficience.

L'efficience des marchés a aussi été remise en cause suite à plusieurs périodes d'apparente euphorie suivies de krachs boursiers. Pour les analyser, on utilise généralement les concepts de mimétisme et de bulles spéculatives. Ce sera l'objet de la prochaine section.

¹¹³ Malkiel B. G., "The efficient market hypothesis and its critics" in *Journal of Economic Perspectives*, 2003, vol. 17, 1.

¹¹⁴ Lardic S. et Mignon V. (2006, op. cit.).

¹¹⁵ Barberis N., Schleifer A. et Vishny R., "A model of investor sentiment" in *Journal of Financial Economics*, 1998, 49.

¹¹⁶ Daniel K., Hirshleifer D. et Subrahmanyam A., "Investor psychology and security market under and over-reactions" in *Journal of Finance*, 1998, 53.

¹¹⁷ Jensen M. C. (1978, loc. cit.).

1.3 - Mimétisme et bulles spéculatives

Les grandes crises financières ont souvent été précédées de périodes d'euphorie, de développement de croyances collectives. Parmi celles-ci, on peut citer la "nouvelle ère" (*new era*) promise à la fin des années 1920 mais aussi à la fin des années 1990. Durant ces périodes, cours et valeur fondamentales divergent durablement même s'il est toujours difficile d'évaluer précisément la valeur fondamentale et donc de quantifier l'écart entre cours et valeur fondamentale.

Peut-on être en présence de cours durablement différents de la valeur fondamentale sans remettre en question la rationalité des intervenants ?

Pour apporter des éléments de réponse, on peut approcher cette question au travers du mimétisme ou des bulles spéculatives.

1.3.1 - Le mimétisme

Initialement utilisé pour caractériser le comportement animal, le terme de mimétisme est employé dans les sciences humaines afin de décrire un comportement d'*"imitation volontaire ou inconsciente des modèles auxquels on cherche à s'identifier"* (Akoun, 1999¹¹⁸).

Le philosophe René Girard (1961)¹¹⁹ a mis en évidence l'importance du mimétisme dans le désir au travers d'une structure triangulaire : *"je désire ce que désire autrui"* ou *"je ne désire un objet que parce que mon rival le désire"*.

Il y a tout lieu de penser que, comme tout être humain, l'investisseur est influencé par l'opinion, les actions, les références de son entourage. Shiller et al. (1984)¹²⁰ vont dans ce sens en soulignant que l'imitation est un comportement humain largement répandu dans toute vie sociale, donc sur les marchés financiers.

¹¹⁸ Akoun, *Le dictionnaire de sociologie*, 1999, coll. Dictionnaires Le Robert/Seuil, Le Robert, Paris.

¹¹⁹ Girard R., *Mensonge romantique et vérité romanesque*, 1961, Grasset, Paris.

¹²⁰ Shiller R. J., Fischer S. et Friedman B. M., "Stocks prices and social dynamics" in *Brookings papers on Economics Activity*, 1984, vol. 1984, 2.

Au travers de sa célèbre métaphore dite du "concours de beauté", Keynes (1936)¹²¹ indique que, pour faire un bon investissement, il ne faut pas choisir une valeur selon des critères économiques mais selon ce que pensent les autres intervenants. Pour illustrer ce mécanisme, il fait référence aux concours de beauté organisés par un journal londonien à son époque. Le gagnant du concours est celui dont la sélection est la plus proche des cinq photographies les plus choisies par les autres participants. Keynes veut montrer que la valeur d'un titre dépend plus des représentations, des anticipations et de l'opinion des autres agents que des fondamentaux. Il remet moins en cause la rationalité des participants que l'importance limitée de l'information objective dans l'offre et la demande de titres.

Les praticiens utilisent très fréquemment des indicateurs de *momentum* comme outils d'aide à la décision dans le cadre de stratégies dites de *positive feedback trading* (achat de titres quand les cours montent et ventes de titres quand les cours baissent). Ces indicateurs ne sont rien d'autre qu'une mesure de la pression sur les prix résultant des interventions des autres intervenants. Les utiliser revient à considérer qu'il y a bien une part d'imitation dans le comportement des autres intervenants et que cette influence est suffisamment forte et durable pour permettre un gain "anormal". Il faut noter que ces pratiques renforcent l'effet du mimétisme, c'est l'auto-validation des anticipations.

Tout indique donc que l'investisseur rationnel, individu solitaire selon l'hypothèse d'efficience (Orléan, 1986¹²²), a en fait un comportement mimétique. Pour plusieurs raisons, ceci n'implique pas forcément une remise en cause de sa rationalité.

Dans un contexte d'incertitude, un agent non informé a tout intérêt à imiter un agent informé (Lardic et Mignon, 2006¹²³). C'est un pari pascalien puisque, si l'agent supposé informé l'est réellement, l'imitation permet à l'agent non informé d'augmenter son espérance de rentabilité. Dans le cas contraire, son espérance sera quasi-identique à celle qu'il aurait eue en décidant seul de ses investissements. Orléan (1992)¹²⁴ précise en

¹²¹ Keynes J. M., *The general theory of employment, interest and money*, 1936, Palgrave Macmillan, Basingstoke, Angleterre.

¹²² Orléan A., "Mimétisme et anticipations rationnelles : une perspective keynésienne", in *Recherches économiques de Louvain*, 1986, vol. 52, 1.

¹²³ Lardic S. et Mignon V. (2006, op. cit.).

¹²⁴ Orléan A., "Contagion des opinions et fonctionnement des marchés financiers" in *Revue économique*, 1992, vol. 43, 4.

outre que *"tout individu rationnel est conduit à interpréter les ordres d'achat et de vente des autres opérateurs comme la conséquence d'informations cachées que ceux-ci détiennent. Chacun est donc susceptible d'infléchir son comportement en fonction de la crédibilité qu'il prête aux informations possédées par ceux qu'il observe"*.

Le mimétisme n'est donc pas opposé à la rationalité individuelle aussi longtemps que le prix reste basé sur les fondamentaux du titre. En d'autres termes, lorsque l'agent imité dispose d'informations supplémentaires pour évaluer la valeur fondamentale, l'imitation est rationnelle. En revanche, lorsque les agents ne font que s'imiter les uns les autres sans lien avec les fondamentaux, les anticipations s'autoréalisent et les prix dévient de leur valeur fondamentale (Lardic et Mignon, 2006¹²⁵). Orléan (1992) souligne que *"lorsque les investisseurs mal informés copient les investisseurs informés, l'imitation accroît l'efficiencia du marché. Elle devient pernicieuse lorsqu'elle se généralise abusivement jusqu'à prendre le pas sur les informations véritables"*. Indépendamment de toute considération relative à la rationalité individuelle, la rationalité collective est alors prise en défaut.

Pour tenter de déterminer si on est dans une phase de "mimétisme rationnel" ou non, Orléan (1992) propose d'utiliser comme indicateur le niveau de confiance dans les fondamentaux. Il recommande, pour mieux évaluer l'impact du mimétisme, l'utilisation simultanée des paramètres de la dynamique d'opinions et des mouvements de la valeur fondamentale.

Les bulles spéculatives sont une autre manière d'approcher la rationalité des investisseurs lorsque cours et valeur fondamentale divergent.

¹²⁵ Lardic S. et Mignon V. (2006, op. cit.).

1.3.2 - Les bulles spéculatives

Kindleberger (1992)¹²⁶ définit une bulle comme une période pendant laquelle un actif s'apprécie à un rythme supérieur à celui qui peut être expliqué par les données fondamentales. Garber (2000)¹²⁷ explique que "bulle" est "*un mot flou plein de sens mais dépourvu de toute définition opérationnelle*". Ces deux approches, déjà très dissemblables, ne sont que deux exemples de l'absence de consensus sur ce qu'est une bulle spéculative.

Au-delà des différences de définition, certains économistes mettent en doute la pertinence de la notion de bulle ou leur existence. Pour Meltzer (2002)¹²⁸, on appelle bulles des variations de cours qui ne peuvent être expliquées autrement en raison d'insuffisances du modèle d'actualisation des dividendes utilisé pour le calcul de la valeur fondamentale.

Orléan (2004) propose aussi, sur la base de l'économie expérimentale et dans une perspective keynésienne, une autre voie : oublier toute référence à la valeur fondamentale. Il justifie ce point de vue en indiquant que seule l'opinion des autres intervenants importe si l'on veut faire du profit sur les marchés : "*Sur un marché financier, on fait du profit quand on réussit à prévoir l'évolution de l'opinion du groupe. [...] On ne demande pas aux agents de découvrir la vraie valeur.*" Cette conception est proche de celle de Morgenstern, citée par Malkiel (2007)¹²⁹ : "*une chose ne vaut que ce que quelqu'un d'autre veut bien la payer*". Même en acceptant de s'éloigner de la définition de Kindleberger citée précédemment, la notion de bulle n'a pas de sens en l'absence de référence à la valeur fondamentale.

Face à des approches aussi hétérogènes, nous essayerons tout de même de cerner ce que sont les bulles spéculatives, en supposant provisoirement qu'elles existent, en

¹²⁶ Kindleberger C. P., "Bubbles" in *The New Palgrave Dictionary of Money and Finance* v. 1-3, 1992, eds. Newman P., Milgate M. et Eatwell J., 1992, Palgrave Macmillan, Basingstoke, Angleterre.

¹²⁷ Garber P. M., *Famous first bubbles: the fundamentals of early manias*, 2000, MIT press, Cambridge, USA.

¹²⁸ Meltzer A. H., Rational and Irrational Bubbles, 2002, Tepper School of Business, working paper 34, <http://repository.cmu.edu/tepper/34>.

¹²⁹ Malkiel G. M., *A random walk down Wall Street: the time-tested strategy for successful investing*, 9ème édition, 2007, W. W. Norton & Company, New York, USA.

distinguant bulles rationnelles et irrationnelles. Nous analyserons simultanément leur lien avec la rationalité.

1.3.2.1 - Les bulles rationnelles

On considère souvent que les bulles rationnelles ont été introduites par les travaux de Blanchard (1979)¹³⁰, Flood et Garber (1980)¹³¹, Tirole (1982)¹³² et Blanchard et Watson (1984)¹³³.

1.3.2.1.1 - Définition et formalisation

Une bulle est rationnelle si le cours du titre est solution du modèle d'actualisation des dividendes. Pour montrer comment l'apparition de bulles rationnelles peut être formalisée, nous reprenons largement la démonstration faite par Lardic et Mignon (2006)¹³⁴.

Soit R_t , la rentabilité d'un titre exprimée à partir de P_t , son prix en t , P_{t+1} son prix en $t+1$, D_t son dividende en t . R_t peut être quantifiée comme suit :

$$R_t = (P_{t+1} - P_t + D_t)/P_t \quad (1.10)$$

La condition d'efficience est décrite par la relation 1.11.

¹³⁰ Blanchard O. J., "Speculative bubbles, crashes and rational expectations" in *Economic Letters*, 1979, vol. 3, 4.

¹³¹ Flood R. P. et Garber P. M., "Market fundamentals versus price-level bubbles: the first tests" in *The Journal of Political Economy*, 1980, vol. 88, 4.

¹³² Tirole J., "On the possibility of speculation under rational expectations" in *Econometrica*, 1982, vol. 50, 5.

¹³³ Blanchard O. J. et Watson M. W., " Bulles, anticipations rationnelles et marchés financiers" in *Annales de l'INSEE*, 1984, 54.

¹³⁴ Lardic S. et Mignon V. (2006, op. cit.).

$$E(R_t|I_t) = r \quad (1.11)$$

avec,

R_t : la rentabilité en t,

I_t : l'information en t,

E : l'espérance mathématique.

A partir de cette condition d'efficience, le prix d'un titre peut être exprimé de la manière suivante :

$$P_t = \theta^n E(P_{t+n}|I_t) + \sum_{j=0}^{n-1} \theta^{j+1} E(D_{t+j}|I_t) \quad (1.12)$$

avec,

$$\theta = 1/(1 + r) \quad (1.13)$$

On pose ensuite l'hypothèse suivante (dite de condition terminale ou de condition de transversalité), qui consiste à considérer que l'espérance conditionnelle du prix du titre actualisée est égale à 0 quand t tend vers l'infini. Formellement :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \theta^n E(P_{t+n}|I_t) = 0 \quad (1.14)$$

Ceci implique que le prix de l'action croisse à un rythme inférieur à r.

Par conséquent, seuls les dividendes actualisés influencent les prix. La formule 1.11 devient :

$$P_t^* = \sum_{j=0}^{n-1} \theta^{j+1} E(D_{t+j}|I_t) \quad (1.15)$$

P_t^* est l'unique solution de la condition d'efficience, le cours du titre est égal à sa valeur fondamentale, il ne peut y avoir de bulle.

Lardic et Mignon (2006) considèrent qu'il n'y a aucune raison *a priori* d'imposer la condition de transversalité. Colmant, Gillet et Szafarz (2009)¹³⁵ indiquent même que cette contrainte n'est pas toujours réaliste en ce qui concerne les cours boursiers.

On peut donc concevoir des écarts B_t tels que :

$$\begin{cases} P_t = P_t^* + B_t \\ E(B_{t+1}|I_t) = \theta^{-1}B_t + u_{t+1} \end{cases} \quad (1.16)$$

avec, $\forall t \neq t'$,

$$\begin{cases} E(u_{t+1}|I_t) = 0 \\ E(u_t u_{t'}) = 0 \end{cases} \quad (1.17)$$

On peut écrire :

$$\theta^{-1}B_t = (1 + r)B_t \quad (1.18)$$

avec r tel que défini précédemment (formule 1.11), qui doit être suffisant pour que les agents continuent de participer à la bulle (Camerer, 1989¹³⁶).

Tout en respectant la condition d'efficience, il y a par conséquent plusieurs valeurs pour P_t . La bulle, représentée par la variable B_t , est rationnelle puisqu'elle est obtenue grâce au modèle d'actualisation des dividendes.

1.3.2.1.2 - Quelques limites du modèle de bulle rationnelle

Le modèle des bulles rationnelles est séduisant mais il ne donne aucune information sur les causes de formation, de développement et d'éclatement des bulles.

¹³⁵ Colmant B., Gillet R. et Szafarz, *Efficience des marchés : concepts, bulles spéculatives et image comptable*, 2009, 2^{ème} édition, coll. Cahiers Financiers, Larcier, Bruxelles, Belgique.

¹³⁶ Camerer C., "Bubbles and fads in asset prices" in *Journal of Economic Surveys*, 1989, vol. 3, 1.

Colmant, Gillet et Szafarz (2009)¹³⁷ mettent en doute la possibilité d'utiliser les bulles rationnelles pour analyser l'évolution des cours lorsque la condition d'efficience n'est pas formalisée par la relation 1.12. Ils citent l'exemple du marché des changes sur lequel la valeur fondamentale est influencée par des variables financières et par des fondamentaux économiques. Autre limite liée à la nature des valeurs échangées : il n'y a pas de bulle rationnelle possible pour des titres comme les obligations ou certains contrats d'options dont la valeur finale est connue (Tirole, 1982¹³⁸).

La faible performance des tests¹³⁹ limite la possibilité de mettre en évidence les bulles (Gürkaynak, 2008¹⁴⁰).

Tout l'intérêt du concept de bulle rationnelle réside dans la possibilité de rester dans le champ de la rationalité et de l'efficience des marchés alors qu'existe un écart entre la valeur fondamentale et le cours d'un titre. Sachant que, si on suppose que les prévisions sont parfaites, la variable B_t évolue de la manière suivante :

$$B_{t+1} = (1 + r)B_t \quad (1.19)$$

Mignon (1998)¹⁴¹ remarque qu'en prenant comme hypothèse des dividendes constants, les rentabilités en période de bulle seraient corrélées. Si la bulle est durable, un profit "anormal" serait possible. Ceci est bien sûr contraire à l'hypothèse d'efficience. En outre, cette formulation de B_t laisse ouverte la possibilité d'une expansion infinie du cours du titre, ce qui est peu réaliste (Meltzer, 2002¹⁴²).

Le cadre théorique des bulles rationnelles est original, il permet de concilier un écart entre valeur fondamentale et cours tout en conservant la rationalité individuelle et la rationalité collective des agents. Malheureusement, comme nous l'avons vu, il intègre de nombreuses limites voire des contradictions. C'est bien sûr une forte incitation à l'utilisation des bulles irrationnelles, moins contraignante.

¹³⁷ Colmant B., Gillet R. et Szafarz, (2009, op. cit.).

¹³⁸ Tirole J. (1982, loc. cit.).

¹³⁹ Les tests de bulles sont présentés par Camerer (1989, loc. cit.).

¹⁴⁰ Gürkaynak R. S., "Econometric tests of asset price bubbles: taking stock" in *Journal of Economic Surveys*, 2008, vol. 22, 1.

¹⁴¹ Mignon V., *Marchés financiers et modélisation des rentabilités boursières*, 1998, Economica, Paris

¹⁴² Meltzer A. H. (2002, loc. cit.).

1.3.2.2 - Les bulles irrationnelles

Les prix des actifs peuvent s'éloigner de la valeur fondamentale en raison de forces sociales qui créent des modes (le terme employé en anglais est *fad*), les praticiens et les sociologues s'intéressent depuis longtemps à ces phénomènes (Camerer, 1989¹⁴³).

Shiller (1984)¹⁴⁴ remarque que les investisseurs occupent une partie significative de leurs loisirs à lire des informations relatives aux investissements, à aborder ce sujet dans leurs conversations et qu'il est donc plausible que leur comportement soit influencé par des mouvements sociétaux, des modes. Il note également que les praticiens sont convaincus de l'influence des mouvements d'opinion sur le comportement des prix.

Les bulles irrationnelles sont généralement associées à un comportement individuel non-rationnel des investisseurs. On peut pourtant considérer qu'acheter un titre lorsque l'on est convaincu de le revendre plus cher est un comportement rationnel. En revanche, ceci ne correspond pas à des anticipations rationnelles puisque, selon Muth (1961)¹⁴⁵, elles ne le sont que si elles sont identiques aux prévisions de la théorie économique (Mignon, 1998¹⁴⁶). Bien sûr, cette situation ne correspond pas non plus à une rationalité collective.

Camerer (1989) distingue trois sortes de modes, selon la raison pour laquelle la valeur fondamentale et cours divergent :

- Les modes dans l'utilité : les modes peuvent changer l'utilité d'un titre pour les investisseurs, comme si, périodiquement, un "dividende psychique" s'ajoutait au dividende réel.
- Les modes dans les croyances : il s'agit d'une croyance relative à la hausse de la valeur future du titre.
- Les modes dans les rentabilités : cette mode est identique à la précédente mais elle prend appui sur les rentabilités attendues.

¹⁴³ Camerer C. (1989, loc. cit.).

¹⁴⁴ Shiller R. J. (1984, loc. cit.).

¹⁴⁵ Muth J. F. (1961, loc. cit.).

¹⁴⁶ Mignon V. (1998, op. cit.).

Seules les modes relatives aux croyances sont toujours irrationnelles puisque les autres peuvent participer à maximiser l'utilité de l'investisseur (Camerer, 1989¹⁴⁷). Mignon (1998) remarque que même les modes dans les croyances peuvent être rationnelles si on se réfère au "concours de beauté" de Keynes.

1.3.2.3 - Conclusion

Dans cette section, nous avons essayé d'apprécier les rationalités collective et individuelle des agents lorsque des épisodes spéculatifs semblent conduire à la formation d'un écart entre valeur fondamentale et cours du titre.

Dans des problématiques proches de celle de l'hypothèse jointe, le calcul de la valeur fondamentale est plus ou moins largement remis en question. L'intérêt de cette valeur dans le cadre des échanges de titres sur les marchés est discuté, ce qui peut remettre en question l'existence même des bulles.

Le cadre théorique des bulles rationnelles permet de combiner rationalité individuelle, tant des comportements que des anticipations, rationalité collective, et écart à la valeur fondamentale. Les conditions d'application sont strictes, le modèle n'est pas sans contradictions.

Les bulles irrationnelles ne sont pas forcément synonymes de comportements individuels irrationnels. En revanche, la condition de rationalité des anticipations n'est pas respectée. On ne peut donc pas considérer que les investisseurs sont rationnels au sens classique du terme.

Bien que n'étant pas incluse dans l'hypothèse d'efficience, la présence de mimétisme dans le comportement des investisseurs n'est pas vraiment contestée. En cela, l'imitation est peut-être un meilleur point de départ pour traiter des liens entre rationalité et spéculation. Un mimétisme limité est tout à fait compatible avec la rationalité des agents, en termes de comportement et d'anticipations. En revanche, lorsque l'imitation est généralisée, sans lien avec les fondamentaux, il n'y a plus de rationalité des agents.

¹⁴⁷ Camerer C. (1989, loc. cit.).

L'intérêt pour la rationalité dans les processus de décision dépasse largement le domaine de la finance. Les travaux de différents psychologues ont fait progresser la connaissance. Ce sera l'objet de la section suivante.

1.4 - La rationalité remise en cause par les heuristiques et la neuroéconomie

Partant de la définition de la rationalité donnée par Von Neumann et Morgenstern (1944)¹⁴⁸, Allais (1953)¹⁴⁹ et Ellsberg (1961)¹⁵⁰ ont mis en évidence, dans ce que l'on appelle communément les "paradoxes", des comportements qui ne sont pas conformes à ce que l'on peut attendre d'agents rationnels.

A la suite, de nombreuses recherches, au premier rang desquelles celles menées par Tversky et Kahneman, ont permis de mettre en lumière les choix non-rationnels faits dans diverses situations. Plus récemment, une meilleure compréhension du fonctionnement du cerveau a permis d'avoir un autre regard sur la prise de décisions.

1.4.1 - Les heuristiques

Selon la définition donnée par Larousse, l'heuristique est la discipline qui se propose de dégager les règles de la recherche scientifique et de la découverte. Dans d'autres domaines comme l'optimisation combinatoire, une heuristique est un algorithme qui fournit rapidement une solution réalisable, pas nécessairement optimale, à un problème. C'est cette définition qui est la plus proche de l'heuristique en finance comportementale puisqu'on la définit dans cette discipline comme l'ensemble des règles utilisées dans un processus de décision par un individu confronté à une situation complexe.

La finance est à l'évidence un environnement complexe, ne serait-ce que par le grand nombre de facteurs influençant l'évolution du prix des actifs. Les intervenants sur les marchés ont donc forcément recours à des heuristiques d'autant que les décisions sont de plus en plus rapides avec le développement de modèles de gestion générant des opérations à très court terme.

¹⁴⁸ Von Neumann J. et Morgenstern O. (1944, op. cit.).

¹⁴⁹ Allais M. (1953, loc. cit.).

¹⁵⁰ Ellsberg D., "Risk, ambiguity, and the savage axioms" in *the Quarterly journal of Economics*, 1961, vol. 75, 4.

Les travaux de recherche ont mis en évidence les heuristiques d'ancrage, de représentativité et de disponibilité.

1.4.1.1 - L'heuristique d'ancrage

Si l'ancrage a été mentionné dès 1953 par Brown¹⁵¹, l'expérience la plus connue, qui permet de la définir et d'en comprendre les implications, est certainement celle de Kahneman et Tversky en 1974¹⁵². Elle se déroule en trois étapes ; à l'exception de la première, il s'agit à chaque fois de répondre à une question :

- Première étape : à l'aide d'une roue de la fortune, on tire de manière aléatoire pour chaque participant, à qui le résultat est communiqué, un nombre compris entre un et cent ;
- Deuxième étape : *selon vous, est-ce que le nombre de pays africains membres de l'ONU est supérieur ou inférieur au nombre tiré ?*
- Troisième étape : *à combien estimez-vous le nombre de pays africains membres de l'ONU ?*

L'étude des résultats montre que le nombre défini dans la première étape a une influence sur la réponse donnée à la seconde question. Par exemple, la réponse médiane est :

- 25 pour les participants à qui a été attribué 10 lors de la première étape,
- 45 pour ceux à qui a été donné 65 par la roue de la fortune.

Broihanne, Merli et Roger, 2004¹⁵³ rappellent que Kahneman et Tversky (1974) considèrent que tout se passe comme si les individus formulaient leurs estimations en partant d'une "*valeur initiale et en l'ajustant pour donner leur réponse finale*". Cet ajustement est insuffisant, ce qui conduit à des erreurs de jugement. On est donc très loin de la rationalité.

¹⁵¹ Brown D. R., "Stimulus-similarity and the anchoring of subjective scales" in *The American Journal of Psychology*, 1953, vol. 66, 2.

¹⁵² Kahneman D. et Tversky A., "Judgment under uncertainty: heuristics and biases" in *Science*, 1974, 185.

¹⁵³ Broihanne M.-H., Merli M. et Roger P. (2004, op. cit.).

L'intérêt de l'heuristique d'ancrage a conduit de nombreux autres chercheurs à s'y intéresser. Parmi eux, on peut remarquer Northcraft et Neale (1987)¹⁵⁴ dont l'étude a pour support l'évaluation d'une maison. Entre autres résultats, elle permet de mettre en évidence la présence de cette heuristique dans le comportement de professionnels.

1.4.1.2 - L'heuristique de représentativité

Les travaux de Kahneman et Tversky (1982)¹⁵⁵ permettent de comprendre les différentes facettes de l'heuristique de représentativité.

Dans le domaine des probabilités, on doit souvent répondre à des questions du type :

- Quelle est la probabilité que l'objet A appartienne au groupe B ?
- Quelle est la probabilité que l'événement A ait été produit par le processus B ?

Dans ces situations, sous l'effet de l'heuristique de représentativité, les réponses sont influencées par le degré de ressemblance entre A et B. Pour mieux cerner l'heuristique de représentativité, Kahneman et Tversky ont isolé plusieurs situations type parmi lesquelles on trouve la perception erronée de la chance. Par exemple, si on lance une pièce de monnaie, une répartition des résultats, pile (P) ou face (F), de forme P-F-P-F-F-P semble plus probable que P-P-P-F-F-F. En réalité, chacune des deux suites a la même probabilité.

1.4.1.3 - L'heuristique de disponibilité

Dans certaines situations, l'heuristique de disponibilité pousse à estimer la probabilité d'un événement selon la facilité avec laquelle il vient à l'esprit.

¹⁵⁴ Northcraft G. B. et Neale M. A., "Experts, amateurs, and real estate: an anchoring-and-adjustment perspective on property pricing decisions" in *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 1987, vol. 39, 1.

¹⁵⁵ Kahneman D. et Tversky A., "Judgment under uncertainty: heuristics and biases" in *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*, 1982, ed. Kahneman D., Slovic P. et Tversky A., Cambridge University Press, Angleterre.

Pour une expérience, on lit à deux groupes de participants une liste de noms et on leur demande de dire si elle est composée d'une majorité d'hommes ou de femmes. Dans la première liste, ce sont les hommes qui ont la plus grande notoriété ; dans la seconde, ce sont les femmes. Les membres du premier groupe répondent que la liste entendue comprenait plus d'hommes, les membres du second plus de femmes. On constate donc que le jugement est influencé par la notoriété qui permet de mieux se souvenir des gens cités.

De la même manière, un événement marquant comme la vision d'une maison en flammes aura un effet plus fort sur la probabilité perçue d'un tel événement que le fait de lire dans un journal local un article relatant l'incendie d'une maison. L'impact d'une expérience diminue avec le temps : la probabilité perçue des accidents de voiture augmente après avoir vu un accident puis diminue.

L'expérience suivante permet de distinguer un autre effet produit par l'heuristique de disponibilité :

Dans un échantillon aléatoire de textes en langue anglaise, est-il plus probable qu'un mot commence par la lettre r ou que cette lettre soit en troisième position ?

La majorité des participants à l'expérience estime qu'il est plus probable qu'un mot commence par r. Kahneman et Tversky (1982)¹⁵⁶ considèrent que les participants choisissent cette réponse car ils se remémorent plus aisément les mots qui commencent par r que les mots dont la troisième lettre est r.

Les trois heuristiques que nous venons de décrire sont un apport considérable à la compréhension des réactions humaines dans les processus de décision. La neuroéconomie permet d'avoir un autre regard sur ces situations et donc d'analyser si le comportement humain est conforme à la rationalité attendue. Ce sera l'objet de la suite de cette étude.

¹⁵⁶ Kahneman D. et Tversky A. (1982, loc. cit.).

1.4.2 - La neuroéconomie

Les sciences du cerveau, appelées neurosciences, sont des sciences de la nature. Elles se développent rapidement. Les résultats récents obtenus dans ce domaine ouvrent la possibilité de faire un lien avec l'économie, science sociale. On appelle neuroéconomie la discipline qui est au croisement des neurosciences et de l'économie (Schmidt, 2010¹⁵⁷). C'est une branche de l'économie comportementale. Elle permet de mieux analyser les processus de décision.

1.4.2.1 - Processus contrôlés et processus automatiques

Dans les mécanismes qui permettent au cerveau de produire une décision, Schneider et Shiffrin (1977)¹⁵⁸ ont distingué processus contrôlés et processus automatiques. Les processus contrôlés sont des actes mentaux initiés par la volonté et que l'on peut contrôler. Ils sont limités et ne peuvent pas opérer en parallèle. Des études ont mis en évidence le fait que résister à une tentation, acte nécessitant une volonté, limite la capacité à résoudre une tâche alternative (Baumeister et al., 1998¹⁵⁹). *A contrario*, les processus automatiques sont indépendants de la conscience. Ils ne nécessitent pas d'effort ou d'intention.

Il est aujourd'hui admis que processus contrôlés et processus automatiques sont à l'œuvre simultanément à l'intérieur du processus de décision. Ils opèrent de manière interactive même si les processus automatiques sont à l'origine de la plus large part des comportements (Sloman, 1996¹⁶⁰).

¹⁵⁷ Schmidt C., *Neuroéconomie*, 2010, coll. Economie, Odile Jacob, Paris.

¹⁵⁸ Schneider W. et Shiffrin R. M., "Controlled and automatic human information processing: perpetual learning, automatic attending and a general theory" in *Psychological Review*, 1977, vol. 4, 2.

¹⁵⁹ Baumeister R. F., Bratslavsky E., Muraven M. et Tice D. M., "Ego depletion: is the active self a limited resource ?" in *Journal of Personality and Social Psychology*, 1998, vol. 74.

¹⁶⁰ Sloman S. A., "The empirical case for two systems of reasoning" in *Psychological Bulletin*, 1996, vol. 119, 1.

Les processus automatiques s'appuient sur certaines caractéristiques du cerveau (Camerer et al., 2005)¹⁶¹, les plus marquantes sont :

- Le parallélisme : plusieurs processus s'exécutent simultanément, ce qui permet une réponse rapide et une grande puissance de traitement des informations.
- La spécialisation : le cerveau est divisé en zones dans lesquelles les neurones ont une forme et une structure particulières, qui sont dédiées à un petit nombre de tâches et qui communiquent entre elles.
- La coordination : quand le cerveau doit traiter une tâche inconnue, il recherche la zone la plus apte à le faire ; ensuite, quand cette tâche est habituelle, elle est très rapidement dirigée vers la zone spécialisée.

Ces caractéristiques sont illustrées par les exemples ci-dessous.

Le cerveau fait beaucoup d'opérations en même temps. Les nombreuses connexions du système neuronal font que celles qui sont faites dans une partie du cerveau peuvent influencer celles qui sont faites dans une autre partie, éventuellement en dehors de toute logique. Wells et Petty (1980)¹⁶² ont fait écouter un éditorial à des sujets répartis en deux groupes. Les membres du premier groupe devaient remuer la tête de bas en haut pendant sa diffusion, ceux du second de gauche à droite. Wells et Petty (1980) ont constaté que la part de ceux qui étaient d'accord avec l'éditorial était plus importante dans le premier groupe que dans le second. La lutte entre la détection inconsciente du sens donné par l'expression corporelle d'une part et, d'autre part, l'effort conscient de jugement du message est déséquilibrée. Le processus automatique l'emporte souvent même s'il est à l'évidence inapproprié.

Chaque partie du cerveau, souvent caractérisée par une structure neuronale particulière, a une fonction différente, une spécialité. Par exemple, les aires de Broca et de Wernicke sont dédiées respectivement à la production et à la compréhension du langage. Les patients atteints de lésions dans l'aire de Wernicke ne peuvent pas comprendre les mots qui sont prononcés. Ils peuvent s'exprimer, produire du langage, mais ils ne peuvent pas contrôler leur propre discours. Leurs phrases sont faites de mots

¹⁶¹ Camerer C., Loewenstein G. et Prelec D., "Neuroeconomics: how neuroscience can inform economics" in *Journal of Economic Literature*, 2005, vol. 43.

¹⁶² Wells G. L. et Petty. R. E., 1980. "The effects of overt head movements on persuasion: compatibility and incompatibility of responses" in *Basic and Applied Social Psychology*, 1980, vol. 1, 3.

articulés correctement mais assemblés de manière incompréhensible. Au contraire, les personnes ayant un problème avec l'aire de Broca comprennent ce qui est dit et savent ce qu'elles veulent exprimer mais elles ont du mal à créer du langage, elles peuvent même être dans l'incapacité de le faire. Cet exemple illustre le fait que le cerveau doit être vu comme un ensemble de systèmes spécialisés, ce qui n'est pas complètement compatible avec la conception de l'*homo œconomicus* qui cherche à maximiser son utilité au travers de préférences hiérarchisées par un ensemble de règles unique.

Lorsqu'il doit résoudre un nouveau problème, le cerveau fait appel à l'ensemble des zones et particulièrement à celles des processus contrôlés. Au fil du temps, confronté à une situation semblable, le cerveau a recours à des aires spécialisées. Dans l'étude du fonctionnement du cerveau de professionnels de marché, Lo et Repin (2002)¹⁶³ ont remarqué que les traders les moins expérimentés réagissaient à environ la moitié des événements de marché. Les traders les plus expérimentés avaient une moindre réaction aux mêmes événements. Les processus contrôlés ayant une capacité limitée, le cerveau tend à déplacer le traitement des situations connues vers les processus automatiques, beaucoup plus performants. Gobet et Simon (1996)¹⁶⁴ ont montré que des joueurs d'échecs expérimentés peuvent mémoriser quasi-instantanément les positions des pions mais seulement si elles correspondent à des situations qui peuvent être rencontrées dans une vraie partie. Dans le cas contraire, ils ne sont pas meilleurs que des novices. Ces résultats peuvent être étendus à la vie professionnelle car l'expérience montre que les décisions correspondent plus souvent à des situations déjà rencontrées qu'à une comparaison complète entre coûts et bénéfices.

¹⁶³ Lo A. W. and Repin D. V., "The psychophysiology of real-time financial risk processing" in *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2002, vol. 14, 3.

¹⁶⁴ Gobet F. and Simon H. A., "Recall of random and distorted chess positions: implications for the theory of expertise" in *Memory & Cognition*, 1996, vol. 24, 4.

1.4.2.2 - Cerveau et prise de décision : l'approche bidimensionnelle

Camerer et al. (2005)¹⁶⁵ détaillent le fonctionnement du processus décisionnel en utilisant une approche bidimensionnelle (cf. tableau 1.2).

Ils distinguent processus contrôlés et automatiques mais aussi processus cognitifs et affectifs. Les processus affectifs ne sont pas définis en rapport avec des émotions mais en fonction de leur rôle dans la motivation de l'individu, ils créent une tendance à l'action (Berkowitz, 1999¹⁶⁶). Par exemple, la colère pousse à agresser, la peur à s'enfuir. Les processus cognitifs sont ceux qui correspondent à des questions dont la réponse est de type vrai/faux. Pour Camerer et al. (2005), ils ne peuvent générer une action sans la contribution des processus affectifs.

Tableau 1.2 : fonctionnement neuronal bidimensionnel (source Camerer et al., 2005)

| | Processus | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| | Cognitifs | Affectifs |
| Processus contrôlés - fonctionnent en série - nécessitent un effort - sont évoqués délibérément - ont un bon accès introspectif | I | II |
| Processus automatiques - fonctionnent en parallèle - ne nécessitent pas d'effort - utilisés par réflexe - ne sont pas accessibles par l'introspection | III | IV |

¹⁶⁵ Camerer C., Loewenstein G. et Prelec D. (2005, loc. cit.).

¹⁶⁶ Berkowitz L., "Anger" in *Handbook of Cognition and Emotion*, 1999, édité par Dalglish T. et Power M. J., Wiley, New-York, USA.

Le tableau 1.2 permet de définir, au croisement des deux familles de processus, quatre quadrants notés de I à IV. Pour illustrer chacun d'eux, Camerer et al. (2005) donnent les exemples suivants :

- Quadrant I : à l'œuvre lorsque l'on fait un calcul d'actualisation en finance,
- Quadrant II (rarement seul) : présent chez les acteurs qui, utilisant la Méthode (surnom donné aux principes d'interprétation de l'Actor's Studio), intériorisent des expériences émotionnelles antérieures du personnage qu'ils interprètent pour les intégrer dans leur jeu.
- Quadrant III : gouverne le mouvement de retour de la main lorsque l'on vient de s'en servir.
- Quadrant IV : fait sursauter lorsque quelqu'un crie.

La plupart des comportements résultent d'interactions entre les quatre quadrants. Les modèles économiques prennent en compte des comportements cognitifs contrôlés (quadrant I) ou des émotions spontanées (quadrant IV) alors qu'en fait beaucoup de processus cognitifs sont automatiques, par exemple la vision et le langage.

La plus grande partie de l'activité du cerveau n'étant pas accessible par les processus cognitifs, nous donnons du sens à nos décisions en les attribuant à tort au résultat d'actions volontaires (quadrant I). En d'autres termes, nous surestimons la puissance des processus contrôlés par rapport à celle des processus automatiques. Ceci se traduit par l'impossibilité de corriger certains biais qui affectent nos décisions, voire par le fait de ne pas ressentir la nécessité de telles corrections. Par exemple, les médecins disent que leurs prescriptions ne sont pas influencées par les cadeaux que leur font les fabricants de médicaments alors que les recherches montrent qu'en fait ils le sont (Dana et Lowenstein, 2003¹⁶⁷).

Schmidt (2010)¹⁶⁸ précise que la théorie économique classique des choix rationnels se limite au quadrant I, les autres quadrants sont donc ignorés.

¹⁶⁷ Dana J. et Lowenstein G., "A psychological perspective on the influence of gifts to physicians from industry" in *Journal of the American Medical Association*, 2003, 290.

¹⁶⁸ Schmidt C. (2010, op. cit.).

1.4.3 - Conclusion

L'hypothèse sous-jacente à la rationalité parfaite, est, comme nous l'avons indiqué, une capacité de traitement de l'information sans limite.

Les expériences relatives aux heuristiques montrent qu'en fait le cerveau humain agit en faisant divers raccourcis qui sont autant d'approximations.

La neuroéconomie confirme ces conclusions et permet de les élargir, par exemple en mettant en évidence le fait que de nombreux choix sont faits par réflexe.

D'autres travaux contribuent également à mieux comprendre les limites de la rationalité. On peut citer, en économie, ceux d'Akerlof et Shiller (2010)¹⁶⁹ : alors que Keynes avait largement intégré la psychologie des agents économiques, Akerlof et Shiller remarquent que sa pensée a, dans une large mesure, été réduite à la politique budgétaire et que l'irrationalité des agents économiques, les *animal spirits*, a été oubliée. La macropsychanalyse est un autre exemple. Elle tente d'étendre aux groupes d'individus ou à la société la grille de lecture du comportement individuel proposée par la psychanalyse (Levy-Garboua et Maarek, 2007¹⁷⁰).

Toutes ces expériences décrivent une rationalité individuelle éloignée des hypothèses sur lesquelles sont construites l'économie et la finance classiques. Il apparaît donc nécessaire de revoir la manière de quantifier les réactions des investisseurs. C'est tout l'enjeu de la finance comportementale et du sentiment de marché qui en est issu.

¹⁶⁹ Akerlof A. A. et Shiller J. S., *Animal spirits: how human psychology drives the economy, and why it matters for global capitalism*, 2010, Princeton University Press, USA.

¹⁷⁰ Levy-Garboua V. et Maarek G., *Macropsychanalyse, l'économie de l'inconscient*, 2007, Presses Universitaires de France, Paris.

1.5 - Le sentiment de marché, définitions

La finance comportementale a longtemps été un courant marginal, défini par son opposition à la finance classique. Pour s'imposer comme le paradigme contemporain de la finance, elle ne doit pas se limiter à mettre en difficulté l'hypothèse d'efficience mais proposer des outils permettant de la rendre opérationnelle.

La théorie des perspectives (*prospect theory*) proposée par Tversky et Kahneman en 1979¹⁷¹ et, sous une forme plus sophistiquée, dite *cumulative prospect theory*, en 1992¹⁷², en est un exemple. Elle a été reconnue comme une avancée majeure (Shiller, 1999¹⁷³), un modèle pouvant servir de base à la construction d'une nouvelle théorie financière intégrant de manière plus réaliste le comportement des individus.

Le sentiment de marché en est un autre exemple. Bien qu'accessible et intuitif, c'est en réalité une notion complexe qui ne semble pouvoir être définie de manière unique comme le montre la diversité des approches présentées ci-dessous.

Broihanne, Merli et Roger (2004)¹⁷⁴ définissent le sentiment de marché ou sentiment de l'investisseur comme l'ensemble des phénomènes comportementaux susceptibles d'expliquer comment les investisseurs forment les croyances à partir desquelles ils évaluent les titres.

Brown et Cliff (2004)¹⁷⁵ choisissent de l'aborder comme l'écart à une norme : un investisseur haussier (baissier) espère des rentabilités supérieures (inférieures) à une moyenne, quelle que soit cette moyenne. On pourrait par exemple se référer à la progression annuelle à long terme des actions déterminée par Siegel¹⁷⁶ (environ 7 %).

¹⁷¹ Kahneman D. et Tversky A. (1979, loc. cit.).

¹⁷² Kahneman D. et Tversky A., "Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty" in *Journal of Risk and Uncertainty*, 1992, vol. 5, 4.

¹⁷³ Shiller R. J. (1999, loc. cit.).

¹⁷⁴ Broihanne M. H., Merli M. et Roger P. (2004, op. cit.).

¹⁷⁵ Brown G. W. et Cliff M. T., "Investor sentiment and the near-term stock market" in *Journal of Empirical Finance*, 2004, vol. 11, 1.

¹⁷⁶ Siegel J. J. (2007, op. cit.).

Baker et Wurgler écrivent en 2006¹⁷⁷ qu'une définition possible du sentiment de marché est la propension à spéculer et, en 2007¹⁷⁸, que le sentiment de l'investisseur est une croyance relative aux *cash flows* futurs et aux risques liés à l'investissement qui n'est pas justifiée par l'information disponible.

Zhang (2008)¹⁷⁹ formalise le sentiment de marché à l'aide de la relation 1.20.

$$S_{i,t} \equiv E_{i,t}[P_{t+1}|I'_{i,t}] - E_t[P_{t+1}|I_t] \quad (1.20)$$

avec :

$S_{i,t}$: sentiment de l'investisseur à l'instant t ,

P : prix de l'action, variable aléatoire inconnue en t , connue en $t + 1$,

I_t : information publique à l'instant t ,

$I'_{i,t}$: information utilisée par l'investisseur à l'instant t pour ses anticipations,

E : espérance mathématique.

Plus l'investisseur utilise une information fausse, plus $I'_{i,t}$ est différent de I_t .

La formule 1.14 est la représentation du sentiment de marché sous la forme de la différence entre deux distributions ou, plus exactement, entre les moyennes de ces deux distributions. L'une représente la distribution objective, l'autre la distribution subjective, celle qu'utilise l'investisseur.

Si l'investisseur est rationnel, $S_{i,t} = 0$. S'il est trop optimiste, $S_{i,t} > 0$; trop pessimiste, $S_{i,t} < 0$.

Ces différentes définitions du sentiment de marché, auxquelles on peut ajouter les échelles de valeurs optimisme-pessimisme ou cupidité-peur, ne s'opposent pas. Elles se

¹⁷⁷ Baker M. et Wurgler J., "Investor sentiment and the cross-section of stock returns" in *Journal of Finance*, 2006, vol. 61, 4.

¹⁷⁸ Baker M. et Wurgler J., "Investor sentiment in the stock market" in *Journal of Economic Perspectives*, Spring 2007, vol. 21, 2.

¹⁷⁹ Zhang C., "Defining, modeling and measuring investor sentiment", thèse soutenue en 2008, Université de Californie, Berkeley, département d'économie.

complètent en insistant chacune sur une des différentes formes que peut prendre le manque de rationalité.

En toute logique pour un concept issu de la finance comportementale, le sentiment de marché est donc nul ou inexistant lorsque l'efficacité est parfaite. L'étude du mimétisme (cf. 1.3.1) conduit à adopter une vision plus large. En effet, nous avons vu que l'imitation par des agents peu ou pas informés d'agents informés est rationnelle, tant en ce qui concerne le comportement que les anticipations. Si on imagine un indicateur du sentiment des agents informés consulté par des agents non informés et leur permettant d'améliorer leur niveau d'information, on peut concevoir une utilisation de cet indicateur dans le cadre de l'hypothèse d'efficacité informationnelle.

En janvier 2000, lors d'une conférence dont le sujet était la finance comportementale à Northwestern University, Kahneman évoqua la pertinence du concept d'investisseur représentatif. A la suite de Shefrin (2008)¹⁸⁰, nous reprenons partiellement ses propos :

"...Le sujet de cette conférence est la psychologie et les marchés. Si vous écoutez les chroniqueurs financiers à la radio ou à la télévision, vous apprendrez rapidement que le marché a une psychologie, que c'est un personnage. Il a des pensées, des humeurs, des émotions ; il est parfois violent, emporté..."

...En bref, le marché ressemble à un investisseur individuel stéréotypé...

...Pourquoi est-ce que des adultes s'engagent dans cette vision animiste des marchés ? Qu'est-ce que cela leur apporte ? Je pense bien sûr que c'est inconscient mais que cela a une fonction : donner un sens au passé, ce qui crée une illusion d'intentionnalité et de continuité...

...Mais, dans ce cas, mes amis font quelque chose à quoi ils s'opposent ou qu'ils ridiculisent dans d'autres circonstances : ils font des hypothèses qu'ils savent fausses simplement parce que cela les aide à arriver à des conclusions sensées. En fait, tous les agents ne se ressemblent pas et leurs différences ont certainement une importance..."

¹⁸⁰ Shefrin H. (2008, op. cit.).

Outre la méthode, qui consiste à retenir des hypothèses fausses pour justifier des conclusions qui semblent justes, Kahneman met en exergue la tendance naturelle que l'on a à entrer dans une démarche animiste ; en d'autres termes à considérer que les choses ont une âme, une personnalité.

C'est particulièrement important à propos du sentiment de marché car, implicitement, cela revient à se référer à un investisseur représentatif. Dans la réalité, les investisseurs sont très différents les uns des autres.

Shefrin (2008)¹⁸¹ traduit ces différences en termes d'hétérogénéité des croyances, d'aversion au risque non constante et de taux d'actualisation des flux financiers variable. Les croyances de l'investisseur représentatif peuvent avoir des propriétés spécifiques, par exemple une distribution multimodale. Le coefficient de risque de ce même investisseur représentatif peut suivre un processus stochastique même si le coefficient de risque de chaque investisseur individuel est invariant dans le temps.

L'utilisation d'un investisseur représentatif est donc possible à condition de ne pas considérer que cet investisseur a les mêmes caractéristiques qu'un investisseur individuel.

¹⁸¹ Shefrin H. (2008, op. cit.).

Conclusion

La théorie économique contemporaine et l'hypothèse d'efficience des marchés ne peuvent se concevoir sans la maximisation de l'utilité selon un comportement et des anticipations rationnelles. Cours et valeur fondamentale ne peuvent diverger significativement.

En analysant le comportement des marchés, de nombreux chercheurs ont remarqué des "anomalies" dans le comportement des cours, des biais dans celui des investisseurs. Par ailleurs, l'application de tests montre que les anticipations ne sont pas rationnelles.

L'histoire des marchés financiers est émaillée de périodes pendant lesquelles cours et valeur fondamentale semblent diverger. Le mimétisme, utilisé pour mieux comprendre comment se forme cette divergence, permet de réaliser que l'investisseur, vu dans la théorie classique comme un être solitaire, tout à la recherche de la maximisation de son utilité, est en fait influencé par le comportement, les références, les décisions des autres agents.

L'imitation n'est pas forcément synonyme d'irrationalité ; en effet, si un agent en imite un autre mieux informé, il est rationnel dans son comportement et dans ses anticipations aussi longtemps que les anticipations de l'agent imité sont basées sur des informations influençant la valeur fondamentale.

Les heuristiques et les apports de la neuroéconomie sont certainement les principales raisons de remettre en cause la rationalité des investisseurs.

Face à cette réalité des comportements, plus complexes que ce que prévoit la théorie classique, la finance comportementale semble destinée à devenir la norme. C'est ce qu'explique Thaler (1999)¹⁸², non sans humour.

La finance comportementale ne pourra devenir le courant dominant de la finance qu'à la condition de devenir opérationnelle et donc de proposer des outils. Parmi ceux-ci, on

¹⁸² Thaler R. H., "The end of behavioral finance" in *Financial Analysts Journal*, 1999, vol. 55, 6.

peut citer la théorie des perspectives (Kahneman et Tversky, 1979¹⁸³ et 1992¹⁸⁴), la théorie des attentes optimales (Brunnermeier et Parker, 2005¹⁸⁵ et Brunnermeier, Gollier et Parker, 2007¹⁸⁶) et, bien sûr, le sentiment de marché.

Paradoxalement, malgré l'apparente simplicité du concept, aucune définition du sentiment de marché ne s'impose. De manière arbitraire, nous retenons celle de Baker et Wurgler (2007)¹⁸⁷ :

"le sentiment de l'investisseur est une croyance relative aux cash flows futurs et aux risques liés à l'investissement qui n'est pas justifiée par l'information disponible."

Sans remettre en cause son appartenance à la finance comportementale, le sentiment de marché n'est pas toujours incompatible avec l'hypothèse d'efficience informationnelle. En effet, il est dans certains cas un outil permettant l'imitation des investisseurs informés par les investisseurs non informés, ce qui renvoie aux situations évoquées précédemment, dans lesquelles le mimétisme est rationnel.

La manière de mesurer le sentiment de marché et le lien de ces mesures avec les rentabilités et la volatilité intéressent de nombreux chercheurs et praticiens. Ce sera l'objet du chapitre II.

¹⁸³ Kahneman D. et Tversky A. (1979, loc. cit.).

¹⁸⁴ Kahneman D. et Tversky A. (1992, loc. cit.).

¹⁸⁵ Brunnermeier M. K. et Parker J. A., "Optimal expectations" in *The American Economic Review*, 2005, vol. 95, 4.

¹⁸⁶ Brunnermeier M. K., Gollier C. et Parker J. A., "Optimal beliefs, asset prices and the preference for skewed returns" in *The American Economic review*, 2007, vol. 97, 2.

¹⁸⁷ Baker M. et Wurgler J. (2007, loc. cit.).

Chapitre II : le sentiment de marché : mesure, liens avec les rentabilités, la volatilité, les volumes

Introduction

Le comportement des investisseurs dans les processus de décision, que l'on constate, par exemple, au travers des heuristiques ou des expériences en neuroéconomie, fait peser de sérieux doutes sur leur rationalité.

Dans ce contexte, la finance comportementale, extension de la finance classique issue de l'hypothèse d'efficience des marchés, tend à devenir le courant dominant de la finance contemporaine.

Le sentiment de marché s'inscrit parfaitement dans cette conception de la finance comportementale. Apparaissant comme un outil intuitif d'agrégation des différentes situations dans lesquelles le comportement des investisseurs est plus ou moins rationnel, il permet d'espérer quantifier aisément leur psychologie.

Confirmant l'intérêt du sentiment de marché pour la gestion d'actifs, DeLong, Shleifer, Summers et Waldmann (1990)¹⁸⁸ ont montré que certains investisseurs étaient mus par un sentiment ; Shleifer et Vishny (1997)¹⁸⁹ ont mis en évidence le risque qu'il y a à prendre des positions contre le sentiment dominant.

La question posée est alors celle des modalités d'utilisation du sentiment, en particulier sa mesure. Comme nous l'avons vu, on peut imaginer l'employer dans un contexte de rationalité des investisseurs. Cependant, en pratique, la mesure du sentiment est largement celle de l'écart à la rationalité des anticipations des cours de bourse. On prend donc comme hypothèse implicite la non-rationalité de ces anticipations, ce qui est en accord avec les résultats des tests présentés dans le chapitre précédent.

¹⁸⁸ De Long J. B., Shleifer A., Summers L. H. et Waldmann R. J., "Noise trader risk in financial markets" in *Journal of Political Economy*, 1990, 98.

¹⁸⁹ Shleifer A. et Vishny R., "The limits of arbitrage" in *Journal of Finance*, 1997, 52.

La première section de ce chapitre est consacrée à une description des modes de mesure du sentiment les plus connus. Nous distinguerons mesures directes, indirectes et composites. Bien sûr, c'est la force du lien entre le sentiment mesuré et les rentabilités mais aussi la volatilité qui fera tout l'intérêt pratique du sentiment de marché. Ce sera l'objet de la seconde section.

2.1 - La mesure du sentiment de marché

Si le sentiment de marché, entre autres au travers de sa mesure, peut être vu comme une critique de l'hypothèse d'efficience des marchés, il est surtout, pour les investisseurs, un moyen d'essayer d'améliorer la performance de la gestion d'actifs.

La créativité, qui fait la réputation du secteur financier, a bien sûr été à l'œuvre dans la mise au point de méthodes d'estimation du sentiment de marché. Il n'est donc pas envisageable d'espérer être exhaustif dans leur recensement, on peut seulement prétendre détailler les plus connues.

Le sentiment de marché est quantifié soit directement, par sondage, soit indirectement, en utilisant l'information contenue le plus souvent dans des données de marché. Enfin, certains chercheurs ont essayé de construire des mesures composites en combinant plusieurs méthodes directes et indirectes. Ces trois types de mesures seront successivement présentés dans cette section.

2.1.1 - Les mesures directes du sentiment de marché

Les sondages sont de plus en plus employés, que ce soit pour comprendre les motivations de clients ou pour cerner les attentes d'électeurs. Il n'y avait donc aucune raison de ne pas les utiliser pour essayer de mesurer le sentiment de marché. Si de nombreux indicateurs sont proposés, les méthodologies diffèrent principalement sur le fait d'interroger des consommateurs ou des investisseurs et, dans ce dernier cas, de retenir des particuliers ou des professionnels.

2.1.1.1 - Les indices de confiance des consommateurs de l'Université du Michigan (MCCI) et du *Conference Board*

L'utilisation du niveau de confiance des consommateurs pour définir la sur ou sous-évaluation des marchés financiers s'appuie sur le fait que de nombreux consommateurs

sont aussi des investisseurs individuels et sur l'impact de la confiance sur le niveau de la consommation et donc sur l'activité et le résultat des entreprises.

Pour construire le MCCI, les informations sont recueillies grâce à un sondage mensuel qui comprend cinquante questions principales relatives aux anticipations des sondés et réparties en trois thèmes :

- leur propre situation,
- la situation économique à court terme,
- la situation économique à long terme.

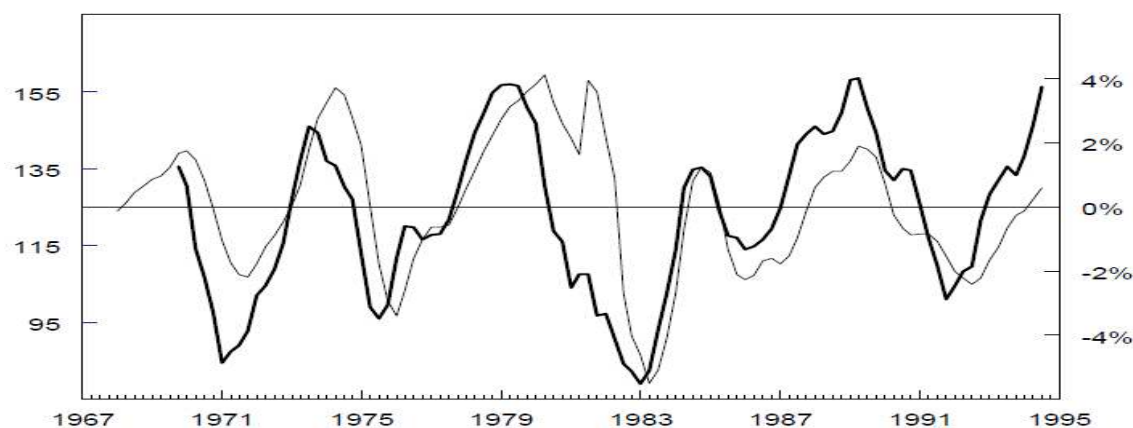
Les échantillons sont construits de manière à être représentatifs des ménages américains. Au moins cinq cents interviews sont faites par téléphone pour chaque sondage mensuel.

Le questionnaire comprend vingt-six questions principales mais seules cinq sont utilisées pour le calcul de l'indice du sentiment des consommateurs. Elles sont reprises dans le tableau 2.1. Pour chacune de ces cinq questions, on calcule la différence entre le pourcentage des optimistes et celui des pessimistes puis on ajoute cent. On agrège ensuite les résultats afin d'obtenir la valeur de l'indice.

Les études de l'Université du Michigan montrent que le sentiment des consommateurs permet par exemple d'anticiper les évolutions des taux d'intérêt sur les crédits (figure 2.1) et du taux de chômage (cf. figure 2.2). Les consommateurs anticipent avec deux trimestres d'avance les évolutions de taux (corrélation de 0.74 compte-tenu de l'anticipation), avec trois trimestres l'évolution du taux de chômage (corrélation de 0.8 compte-tenu de l'anticipation).

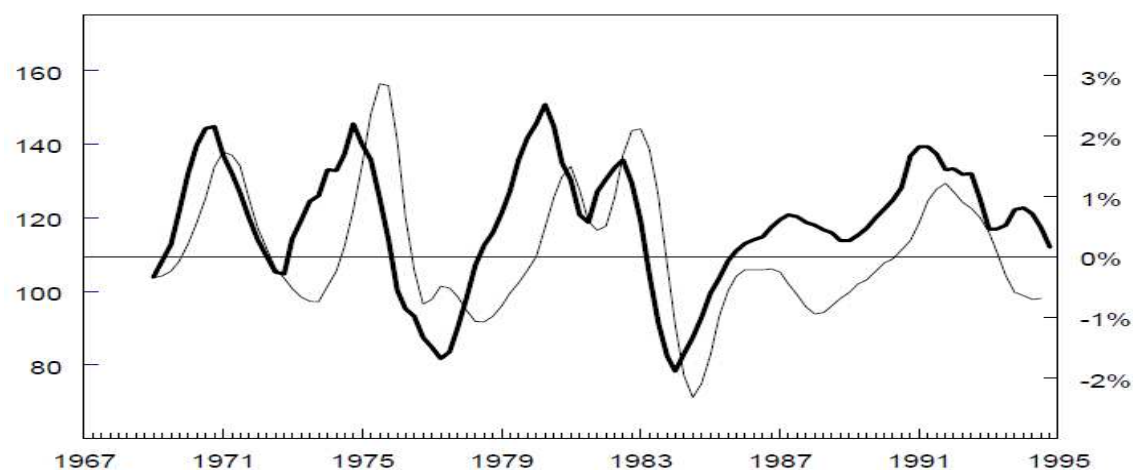
Si l'indice de l'université du Michigan est la référence la plus fréquente en raison de son antériorité, le *Conference Board*, organisme à but non lucratif, publie aussi un indice de confiance des ménages. Les thèmes abordés et les questions posées dans l'une et l'autre de ces enquêtes sont proches comme le montre le tableau 2.1. La taille de l'échantillon représentatif est plus grande que pour l'indice de l'Université du Michigan puisque cinq mille ménages américains sont interrogés à chaque fois.

Figure 2.1 : taux d'intérêt attendu par les consommateurs et moyenne à quatre trimestres du taux d'intérêt interbancaire à un jour (source Université de Michigan¹⁹⁰)



Remarque : la courbe en gras représente les attentes des consommateurs quant à l'évolution des taux d'intérêts des prêts (échelle de gauche), la seconde courbe la variation réelle du taux d'intérêt interbancaire à 1 jour (choisi parce qu'il est proche du taux des prêts aux particuliers sur les opérations les moins risquées).

Figure 2.2 : taux de chômage anticipé par les consommateurs et taux de chômage réel (source : Université de Michigan)



Remarque : la courbe en gras représente les attentes des consommateurs quant à l'évolution du chômage (échelle de gauche), la seconde courbe la variation réelle du taux de chômage.

¹⁹⁰ Source : <http://www.sca.isr.umich.edu/documents.php?c=i> ("survey description"), page consultée le 05/03/2010.

Tableau 2.1 : enquêtes de l'université du Michigan et du *Conference Board*
(source : Bram et Ludvigson, 1998¹⁹¹)

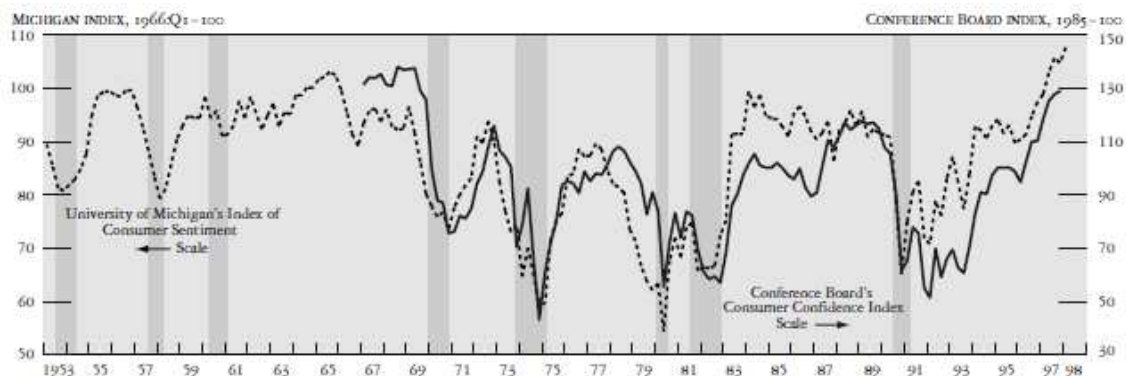
| Enquête de l'Université du Michigan | Enquête du <i>Conference Board</i> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Questions relatives aux conditions présentes | |
| Pensez-vous que c'est le bon moment pour faire des achats importants ? | Quelle appréciation portez-vous sur les conditions économiques dans votre région ? |
| Diriez-vous que votre situation financière et celle de votre famille sont meilleures, identiques ou pires qu'il y a un an ? | A propos des emplois disponibles dans votre région, diriez-vous qu'ils sont nombreux, peu nombreux, difficiles à obtenir ? |
| Questions relatives aux anticipations | |
| Maintenant, à propos des conditions économiques dans l'ensemble du pays, pensez-vous que, pendant les douze prochains mois, nous connaissons une bonne ou une mauvaise période financière ? | Dans les six prochains mois, pensez-vous que les conditions économiques seront meilleures, identiques, pires ? |
| Pensez-vous que nous aurons pour l'ensemble du pays des conditions financières favorables dans les cinq prochaines années ou, qu'au contraire, nous aurons des périodes de chômage élevé et de dépression ? | Dans les six mois à venir, pensez-vous qu'il y aura plus, moins ou le même nombre d'emplois disponibles dans votre région ? |
| Pensez-vous que dans un an votre situation et celle de votre famille vivant ici sera meilleure, identique ou pire ? | Dans six mois, pensez-vous que les revenus de votre ménage seront plus élevés, identiques, inférieurs à ce qu'ils sont en ce moment ? |

Remarque : Pour les nécessités de la comparaison, l'ordre des questions a été changé, l'expression "conditions présentes" a été utilisée alors qu'à l'origine les terminologies de l'Université du Michigan et du *Conference Board* sont différentes.

La figure 2.3 met en évidence les larges similitudes dans l'évolution des deux indices de confiance.

¹⁹¹ Bram J. et Ludvigson S., "Does consumer confidence forecast household expenditure? A sentiment index horse race" in *FRBNY Economic Policy Review*, 1998, juin.

Figure 2.3 : indices de confiance des consommateurs de l'Université du Michigan (échelle de gauche) et du *Conference Board* (échelle de droite) - (source : Bram et Ludvigson, 1998¹⁹²)



Remarque : les zones en gris plus foncé représentent les périodes de récession telles que définies par le NBER (bureau national de recherche économique).

2.1.1.2 - Les indices de l'AAII (association américaine des investisseurs individuels)

Créée en 1978 par James Cloonan, l'association américaine des investisseurs individuels défend les intérêts des petits épargnants. Les publications de l'AAII ont pour but d'aider les investisseurs individuels à obtenir une rentabilité de leurs portefeuilles de valeurs mobilières supérieure à celle des indices ou des OPCVM.

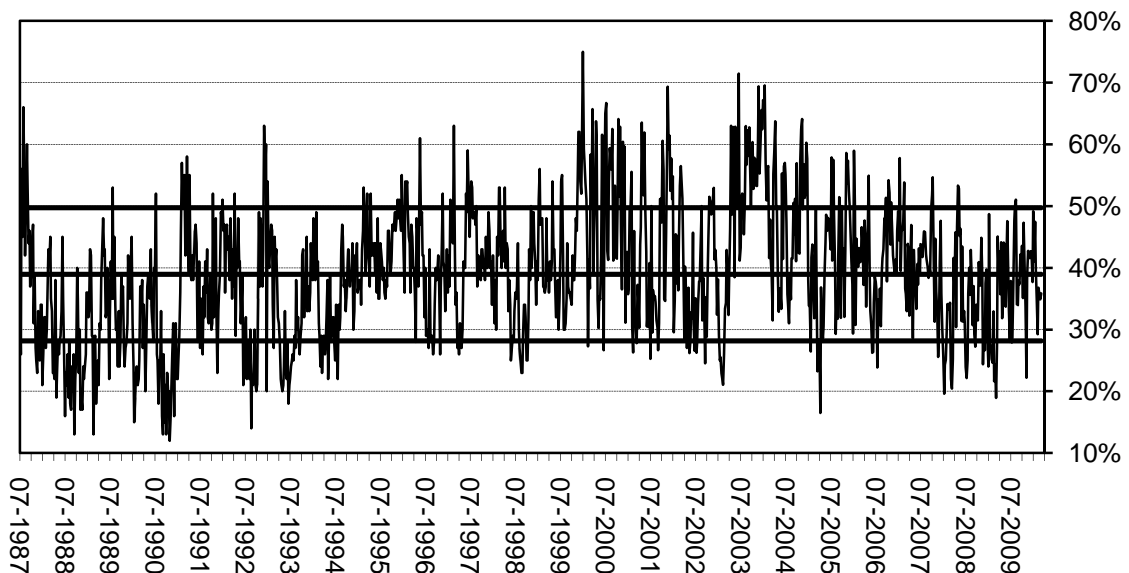
L'AAII interroge ses membres chaque semaine. Elle leur demande ce qu'ils anticipent comme mouvement du Standard & Poor's 500 (hausse, baisse ou sans tendance) pour les six mois à venir. C'est donc une indication de la psychologie des investisseurs individuels. A notre connaissance, l'AAII ne communique pas de détails sur la méthodologie utilisée pour ses sondages. Si l'on en croit un article publié dans le Wall Street Journal en décembre 2010¹⁹³, le nombre d'adhérents qui participent à l'enquête hebdomadaire ne dépasserait pas trois cents (sur environ cent cinquante mille adhérents payants). Dans le même article, on apprend du vice-président de l'AAII que ce sont presque toujours les mêmes membres qui votent.

¹⁹² Bram J. et Ludvigson S. (1998, loc. cit.).

¹⁹³ Article publié le 09 décembre 2010, disponible à l'adresse : <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704447604576007920154277428.html>, page consultée le 12 mars 2011.

La figure 2.4 montre l'évolution de la part des haussiers. Sachant que, comme nous le détaillerons dans le chapitre IV, les indices de sentiment sont généralement utilisés comme des indicateurs *contrarian*, l'optimisme important mesuré en juillet 1987 et en 2000 tend à confirmer la pertinence de cet indicateur. En revanche, si l'on reste dans la même approche, l'optimisme mesuré était au moins aussi important en 2003, alors que le SP 500 était proche d'un point bas.

Figure 2.4 : part des membres de l'AAII qui déclarent anticiper une hausse du Standard & Poor's 500 pour les six mois à venir (du 24/07/1987 au 04/03/2010) - (source AAII¹⁹⁴)



Le tableau 2.2 permet de mettre en évidence les niveaux moyens et extrêmes de la part des haussiers sur longues périodes.

¹⁹⁴ Source : <http://www.aaii.com/membersurveys/Sentiment/sentiment.xls>, page consultée le 04/03/2010.

Tableau 2.2 : statistiques relatives à la part des haussiers et des baissiers dans les enquêtes de l'AAII (source : Sundial Capital Research¹⁹⁵)

| | AAII % haussiers | | AAII % baissiers | |
|------------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| | 1987-2007 | 2000-2007 | 1987-2007 | 2000-2007 |
| moyenne | 38% | 43% | 28% | 28% |
| écart-type | 11% | 12% | 9% | 10% |
| maximum | 75% | 75% | 67% | 55% |
| minimum | 12% | 22% | 6% | 9% |

2.1.1.3 - Les indices de Shiller

Katona (1975)¹⁹⁶ remarque que les gens n'ont généralement pas d'anticipations précises à tel ou tel horizon concernant les marchés et que, par conséquent, lorsqu'on les interroge, ils inventent des réponses pour être courtois avec l'interviewer. Shiller (2000)¹⁹⁷ part de ce constat pour proposer une méthodologie différente et mesurer d'autres éléments du sentiment des investisseurs.

En collaboration avec deux autres chercheurs, Tsutsui et Fumiko, il propose un questionnaire et regroupe les réponses pour arriver à trois indicateurs :

- *Bubble expectation*, qui mesure la probabilité donnée par les investisseurs au scénario de démarrage imminent d'un puissant marché haussier, et, symétriquement, *negative bubble expectation* ;
- *Investor confidence*, qui est en relation avec la confiance qu'ont les investisseurs dans le devenir de leurs investissements, le fait qu'ils puissent "dormir tranquillement puisqu'il n'y a rien à craindre".

Le questionnaire utilisé pour le sondage a été envoyé tous les six mois à partir de 1989 à des investisseurs institutionnels aux Etats-Unis et au Japon. Il a aussi été envoyé à des investisseurs individuels aux Etats-Unis.

¹⁹⁵ Source : http://www.sentimentrader.com/subscriber/surveys_aaii_description.htm, page consultée le 05/03/2010.

¹⁹⁶ Katona G., *Psychological Economics*, 1975, Elsevier Science Ltd, Amsterdam.

¹⁹⁷ Shiller R. J., "Measuring bubble expectations and investor confidence" in *Journal of Behavioral Finance*, 2000, vol. 1, 1.

Les figures 2.5, 2.6 et 2.7 montrent les trois indices et leurs composantes respectives.

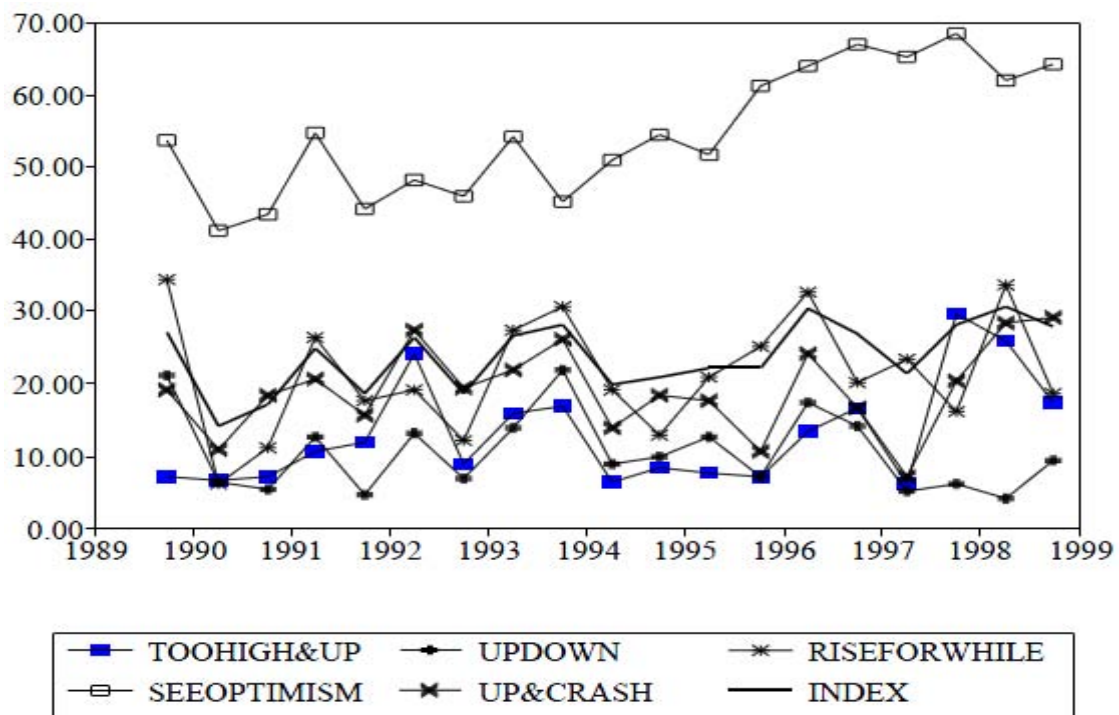
Selon les abréviations utilisées dans la légende des figures, ces composantes, pourcentages calculés à partir des réponses aux questionnaires, caractérisent la psychologie des intervenants de la manière suivante :

- TOOHIGH&UP : les actions sont surévaluées mais leur cours va tout de même continuer à progresser ;
- UPDOWN : anticipation d'une hausse des cours à court terme et d'un repli à plus long terme ;
- RISEFORWHILE : le marché va progresser durablement ;
- SEEOPTIMISM : optimisme excessif chez les intervenants, risque de se laisser influencer par ce sentiment dominant ;
- UP&CRASH : le marché va monter à court terme mais la probabilité d'un krach est supérieure à 10 % ;
- TOOLOW&DOWN : les actions sont sous-évaluées mais leur cours va tout de même continuer à baisser ;
- DOWNUP : baisse à court terme et hausse à plus long terme ;
- FALLFORWHILE : le marché va baisser durablement ;
- SEEPESSIMISM : pessimisme excessif chez les intervenants, risque de se laisser influencer par ce sentiment dominant ;
- ONEDAYUP : si le marché baissait de 3 % demain, il remonterait le jour d'après ;
- SIXMONTHUP : si le marché baissait de 25 % dans les six prochains mois, il progresserait dans les six mois qui suivent ;
- CRASHSAFE : cent moins la probabilité d'avoir un krach ;
- ONLYUP : les actions vont monter, que ce soit à un horizon de un mois, trois mois, six mois, un an.

Les cinq premières composantes forment l'indice *bubble expectation*, les quatre suivantes l'indice *negative bubble expectation*, les quatre dernières l'indice de confiance.

On peut constater, en examinant les figures 2.5 et 2.6, que le total des variables SEEOPTIMISM et SEEPESSIMISM est supérieur à cent pour cent. Il semble que ce résultat soit lié au fait que certains investisseurs interrogés pensent que, dans leur environnement, il y a à la fois des intervenants trop optimistes et des intervenants trop pessimistes.

Figure 2.5 : indice *bubble expectation* et composantes (source : Shiller, 2000¹⁹⁸)



¹⁹⁸ Shiller R. J. (2000, loc. cit.).

Figure 2.6 : indice *negative bubble expectation* et composantes (source : Shiller, 2000)

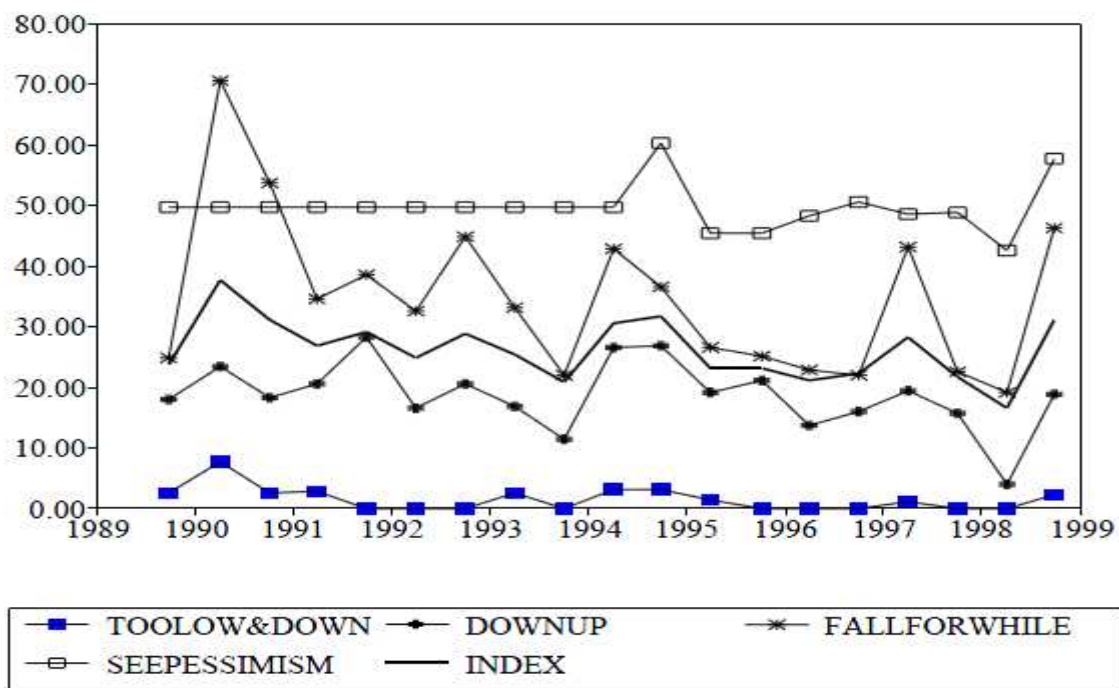
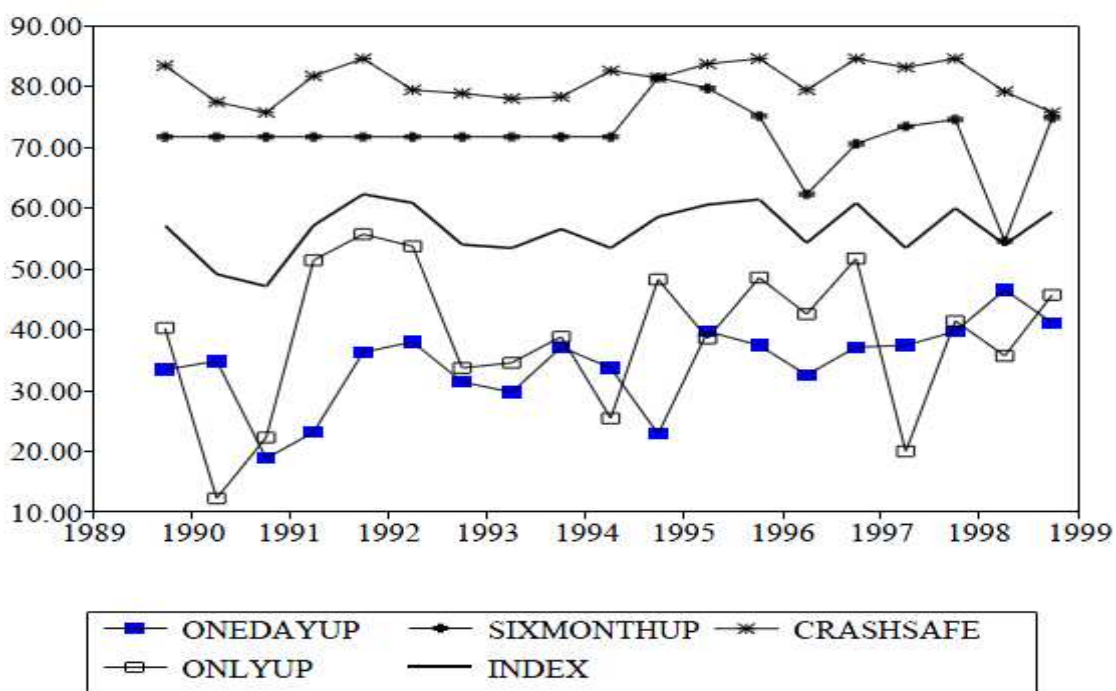


Figure 2.7 : indice de confiance et composantes (source : Shiller, 2000)



On peut remarquer que l'évolution des indices et de leurs composantes est marquée par de nombreuses oscillations à court terme. Le coefficient de corrélation moyen pour les paires de composantes (composantes prises deux par deux) est égal à 0,3 pour l'indice *bubble expectation*, 0,47 pour l'indice *negative bubble expectation*, 0,13 pour l'indice de confiance.

Shiller (2000)¹⁹⁹ compare ensuite l'indice *bubble expectation* avec des indicateurs de sentiments courants (AAII, II, flux des fonds mutuels, décote des fonds fermés, ...). Il remarque que les courbes d'évolution des indicateurs de sentiments ne semblent pas évoluer de concert et qu'il en est de même pour la courbe de l'indice *bubble expectation* par rapport à celles des indices de sentiments courants.

Shiller en conclut que l'indice *bubble expectation* est un outil original qui mesure une composante du sentiment de marché non prise en compte par les modes de mesure habituels.

2.1.1.4 - Les indices de confiance de l'Université de Yale

Dirigé par Robert Shiller, le Centre International pour la Finance de l'Université de Yale publie des indicateurs visant à évaluer le sentiment des investisseurs. Ils sont naturellement assez proches de ceux présentés dans la section précédente.

Les informations sont recueillies par sondage auprès de deux populations distinctes :

- des particuliers choisis entre 1989 et 1998 parmi une liste d'investisseurs individuels de haut niveau publiée par W. S. Ponton, Inc., et, depuis 1999, parmi des américains à haut revenu (liste établie par Survey Sampling, Inc.) ;
- des investisseurs institutionnels américains pris dans la liste des gestionnaires de fonds donnée par *The money market directory of pension funds*.

Les sondages étaient initialement faits tous les six mois. Depuis juillet 2001, chaque publication semestrielle est la moyenne des sondages mensuels des six derniers mois. Les échantillons utilisés sont composés d'environ cent personnes.

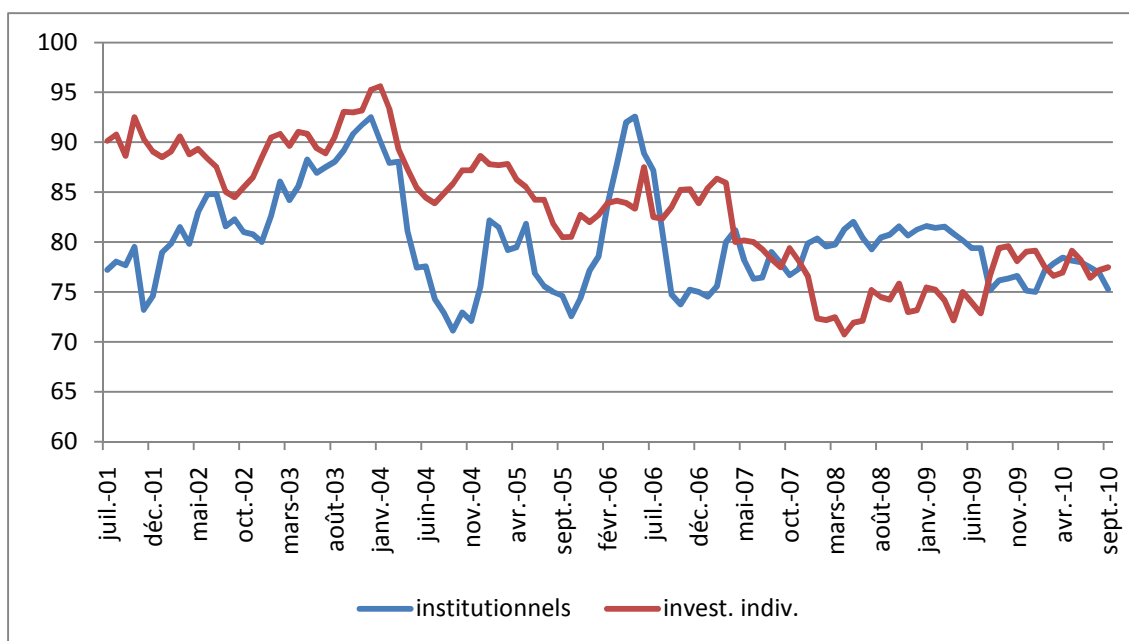
¹⁹⁹ Shiller R. J. (2000, loc. cit.).

Quatre indicateurs de confiance sont calculés : l'indice de confiance à un an (figure 2.8), l'indice d'achat sur repli, l'indice de probabilité d'une absence de krach boursier, l'indice de confiance dans l'évaluation des titres par le marché.

L'indice d'achat sur repli (*buy-on-dips confidence*, figure 2.9) mesure le pourcentage d'investisseurs qui anticiperaient un rebond après une chute du Dow de 3 % en un jour.

L'indice de probabilité d'une absence de krach boursier (*crash confidence*, figure 2.10) est égal au pourcentage d'investisseurs qui pensent qu'il n'y aura pas de krach boursier dans les six mois à venir. La définition d'un krach boursier, toujours subjective, fait référence à ceux de 1929 ou 1987 et prend en compte la possibilité d'une forte baisse dans un pays étranger qui se répercuterait sur les marchés d'actions américains.

Figure 2.8 : Yale one-year confidence index



L'indice de confiance à un an (*one-year confidence*) mesure le pourcentage d'investisseurs qui anticipent une progression du Dow Jones pour l'année à venir (figure 2.8).

Figure 2.9 : Yale buy-on-dips confidence index

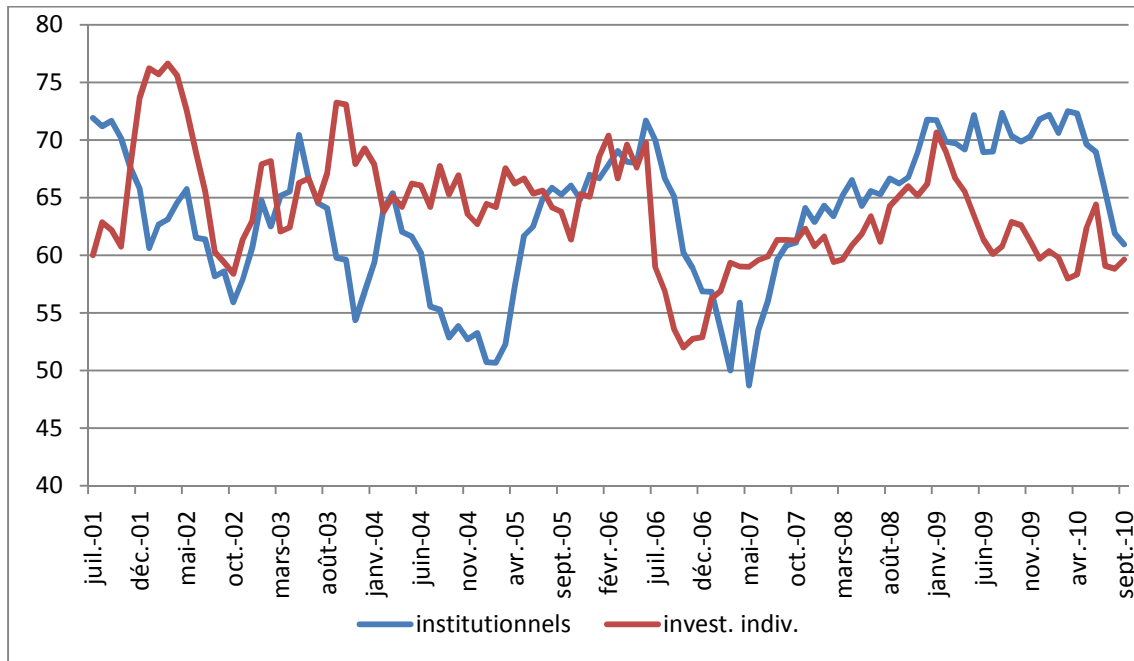
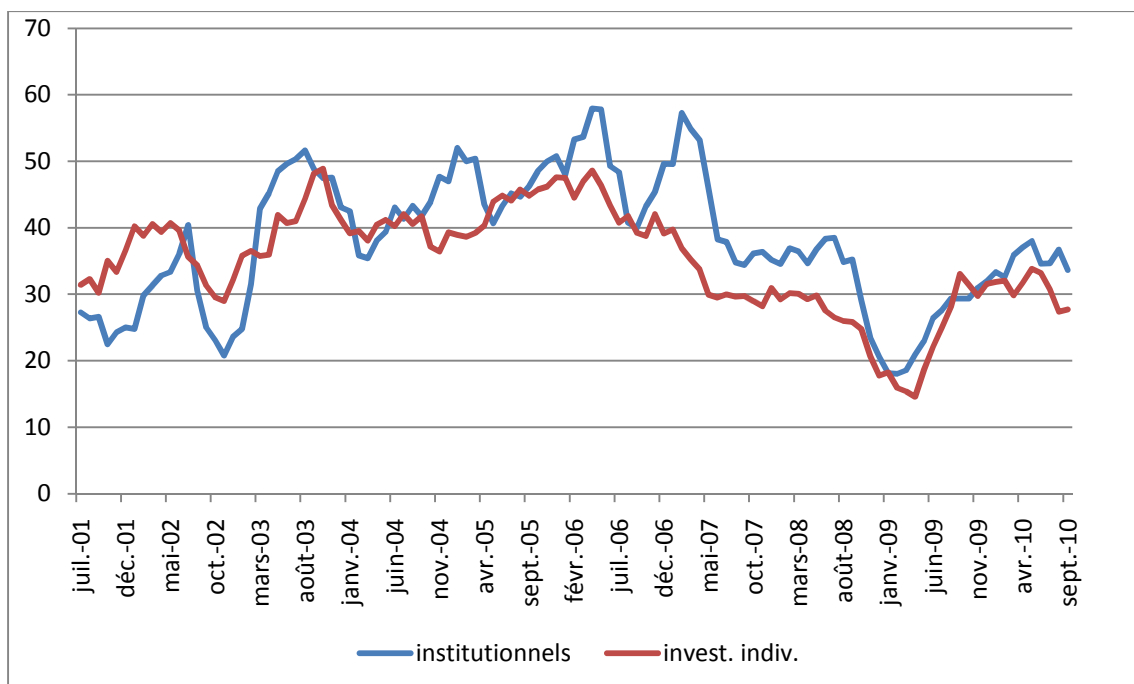


Figure 2.10 : Yale crash confidence index

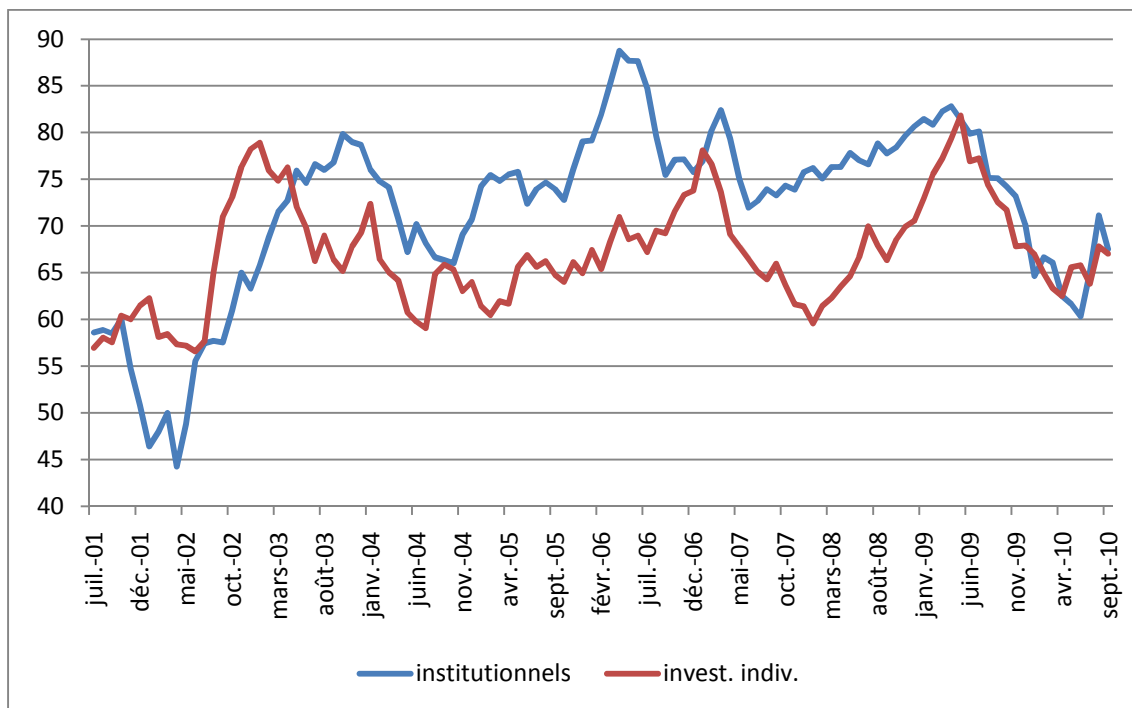


L'indice de confiance dans l'évaluation des titres par le marché (*valuation confidence index*, figure 2.11) est calculé à partir de la question suivante :

Estimez-vous que le prix des actions sur le marché américain est, en regard de leur valeur fondamentale : 1 - trop bas, 2 - trop haut, 3 - assez juste, 4 - sans opinion ?

Cette question a toujours été la première dans le questionnaire.

Figure 2.11 : Yale *valuation confidence index*



Techniquement, le *valuation confidence index* est le pourcentage de ceux qui choisissent les réponses 1 et 3 par rapport à ceux qui ont retenu les choix 1, 2 ou 3. En d'autres termes, il s'agit de mettre en évidence, parmi les sondés qui ont une opinion sur la valorisation des actions par les marchés, la part de ceux qui estiment que la bourse n'est pas surévaluée.

On remarquera qu'aucun indicateur de synthèse n'est publié et qu'il est bien précisé dans la note méthodologique dont sont tirées les informations ci-dessus²⁰⁰ que la confiance des investisseurs n'est qu'une composante des forces qui font bouger les marchés.

Ces indicateurs ont comme particularité d'insister sur la confiance plutôt que sur l'optimisme et ou le pessimisme.

2.1.1.5 - Les indices Sentix

Les indices Sentix, publiés par la société allemande éponyme depuis 2001, cherchent à mesurer le sentiment des investisseurs, privés et institutionnels. La figure 2.12 détaille la répartition et le nombre des sondés.

Ces indicateurs ont pour base les marchés d'actions (DAX, EuroSTOXX 50, Nikkei 225, SP 500) dans leur ensemble et par secteur d'activité mais aussi les marchés obligataires (contrats de futures sur les bunds et les obligations fédérales américaines), les monnaies (euro/dollar et euro/yen) et les matières premières (pétrole, or).

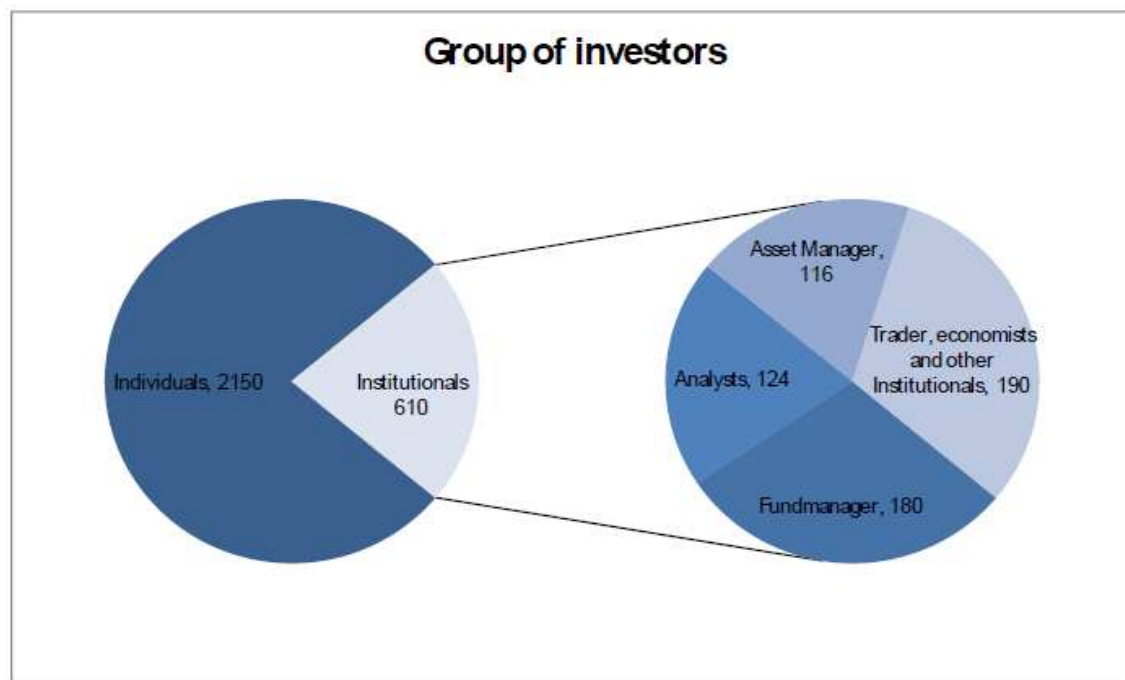
Outre les questions habituelles concernant l'optimisme/pessimisme quant à l'évolution de tel ou tel marché, Sentix publie des études d'opinions sur différents éléments de la finance comme la popularité relative de tel ou tel style de gestion (*value/growth*, grosses valeurs/*small caps*, etc) ou l'attractivité de différentes maturités (1-3 ans, 3-7 ans, 7-10 ans, plus de 10 ans) sur les marchés de taux en Europe.

Pour calculer les indices, la formule 2.1 est utilisée.

$$\text{indice de sentiment} = \frac{(\text{nombre de haussiers} - \text{nombre de baissiers})}{\text{nombre de votes}} \quad (2.1)$$

²⁰⁰ Source : <http://icf.som.yale.edu/stock-market-confidence-indices-explanation>, page consultée le 09/03/2011.

Figure 2.12 : indices Sentix, répartition des sondés (source : Sentix, 2008²⁰¹)



sentix GmbH © 2008, status 08-June-2008

Les enquêtes sont réalisées par Internet et diffusées en temps réel sur le site de Sentix²⁰² et sur différents réseaux comme Bloomberg. En pratique, chaque investisseur, particulier ou institutionnel, reçoit un mail l'invitant à répondre au sondage. La participation aux sondages donne un accès gratuit aux résultats. C'est bien sûr un puissant encouragement.

Les résultats sont donnés séparément pour chaque catégorie d'investisseurs puis sous forme agrégée (*headlines*) pour des périodes de temps de un mois et six mois.

Sentix met en avant l'importance du nombre d'investisseurs neutres (indices de neutralité SNTN) pour définir si les investisseurs se sentent en sécurité en ayant l'impression que le marché étudié évolue selon une tendance bien établie ou si, au contraire, ils anticipent un marché sans direction dans un environnement incertain.

²⁰¹ Source : <http://www.sentix.de/index.php?pagename=analysen/AnalyseEN.php>, page consultée le 10/03/2010.

²⁰² <http://analyse.sentix.de>.

Les indicateurs de confiance (SNT0) sont calculés en utilisant les données des sondages au travers d'un modèle propriétaire.

Sentix publie aussi chaque mois la position réelle des investisseurs sur les marchés actions (SNTA) et, pour les institutionnels, obligataires (SNTW). Ces chiffres sont mis en perspective avec les données hebdomadaires de sentiment pour voir si l'atmosphère optimiste ou pessimiste a conduit à de réelles interventions sur le marché.

De nombreux autres indices sont publiés pour analyser les préférences des investisseurs.

Les indices Sentix sont largement employés dans l'étude empirique présentée dans le chapitre IV.

2.1.1.6 - L'indice *Investors intelligence*

Investors intelligence est une société qui propose des analyses techniques incluant une forte dimension comportementale. Elle suit les publications de plus de cent éditeurs de lettres financières et possède un historique de leurs opinions depuis 1963.

Chaque éditeur de lettre financière est classé dans une des catégories suivantes : optimiste, pessimiste et neutre. Ceci introduit une dimension subjective puisqu'il n'est pas toujours évident de limiter leur opinion à l'un de ces trois choix.

L'idée est de calculer ensuite la part des haussiers. Les opinions neutres sont exclues du calcul. Le calcul de l'indice (II) est donné par la formule 2.2.

$$II = \frac{\text{nombre de haussiers}}{(\text{nombre de haussiers} + \text{nombre de baissiers})} \quad (2.2)$$

2.1.1.7 - Conclusion

Les modes de mesure directe du sentiment de marché sont multiples. Ils ont comme limites le délai de publication des opinions même si Sentix a fait évoluer la rapidité de diffusion, la fréquente absence de graduation de l'optimisme ou du pessimisme, la non-prise en compte de la taille relative des investisseurs à l'exception de la distinction investisseur institutionnel-investisseur individuel.

Le principal écueil, comme pour tout sondage, est la différence entre les déclarations et les actes. C'est certainement le point fort des mesures indirectes qui seront détaillées dans la prochaine section.

2.1.2 - Les mesures indirectes du sentiment de marché

Il est possible d'utiliser les données de marché pour essayer de mesurer le sentiment des investisseurs. On parle alors de mesure indirecte.

L'avantage le plus évident est qu'il n'est pas nécessaire d'acheter ou de collecter de nouvelles données, ce qui est plus économique. Par ailleurs, on est sûr de mesurer des actions réelles, d'éviter le décalage entre déclaration et action que l'on subit avec les techniques basées sur les sondages.

La suite de ce développement sera consacrée à la description des principaux modes de mesure indirecte.

2.1.2.1 - Les mesures basées sur les marchés dérivés

Les marchés dérivés, options et contrats à terme, sont souvent employés pour mesurer le sentiment de marché, particulièrement celui des professionnels puisque ce sont eux qui les utilisent le plus souvent. Pour les options, le prix à l'instant t ou, plus exactement, la différence par rapport au prix théorique calculé à l'aide d'un modèle, dont la pertinence

n'est pas remise en cause ici, résulte pour une bonne part de la psychologie des intervenants.

2.1.2.1.1 - Le ratio put-call

Les options d'achat, calls, sont achetées par les investisseurs qui anticipent une hausse de l'actif sous-jacent ; les options de vente, puts, par ceux qui attendent sa baisse. Faire le rapport entre puts et calls échangés est une manière souvent utilisée pour quantifier le sentiment des opérateurs. Il faut bien sûr que le marché soit suffisamment important pour éviter que l'intervention d'un petit nombre voire d'un seul investisseur modifie de manière significative la valeur du ratio. Pour cette raison, on utilise souvent les volumes échangés sur le Chicago Board Options Exchange (CBOE).

Ce calcul, simple, est cependant perfectible. En effet, il ne tient pas compte du fait que l'initiateur d'une opération sur option est acheteur ou vendeur. Par exemple, si un ordre important de vente de puts arrive sur le marché, que ce soit une opération d'ouverture ou de clôture de position, la contrepartie pourra être des acheteurs de puts "ordinaires", pessimistes si l'on s'en tient à une stratégie basique, ou des teneurs de marché qui font l'opération quelle que soit leur anticipation. Dans le calcul du ratio put-call, on considèrera que cette opération est une marque de pessimisme alors que l'initiateur est optimiste puisqu'il vend ses puts. Il faudrait également prendre en compte le sentiment des acheteurs "ordinaires" de puts pour arriver à un sentiment "résiduel", ce qui semble difficile.

Par ailleurs, le ratio put-call ne prend pas bien en compte les opérations plus sophistiquées. Par exemple, un investisseur peut, lors d'une opération d'ouverture de position, vendre un put au lieu d'acheter un call. Il pourra ainsi transformer la baisse inévitable de la valeur temps de l'option en gain. D'un point de vue statistique, on enregistrera une opération sur put alors que l'anticipation est haussière. Un achat de puts peut être fait pour couvrir un portefeuille. Les motivations sont alors plus prudentielles que relatives à une anticipation baissière. Il s'agit par exemple de se protéger contre une baisse forte en achetant des puts très *en dehors de la monnaie*,

Pour pallier, au moins partiellement, ces insuffisances, le calcul du ratio put-call peut être fait sur les positions ouvertes et non sur les volumes échangés.

Souvent utilisé sur les marchés d'actions, le ratio put-call peut aussi être employé sur les marchés obligataires. En effet, il existe sur le CME (*Chicago market exchange*) des options sur les contrats à terme ayant comme sous-jacent les obligations fédérales américaines à trente ans.

2.1.2.1.2 - L'utilisation de la volatilité implicite

La volatilité implicite d'une option est celle qui permet de faire correspondre le cours de l'option et son prix théorique. L'hypothèse implicite est la pertinence du modèle d'évaluation des options utilisé pour calculer le cours théorique.

Le CBOE calcule et diffuse en temps réel l'indice VIX qui est un estimateur de la volatilité implicite du SP 500 à trente jours annualisée. En pratique, cette volatilité implicite est calculée à partir de celle des calls et des puts en dehors de la monnaie ayant comme date d'échéance le mois en cours (au moins huit jours) et celui d'après. La combinaison de ces échéances est variable pour arriver à une maturité constante de trente jours. Le VIX est souvent vu comme une mesure de la peur des investisseurs (*investor fear gauge*, voir par exemple Whaley (2000)²⁰³).

Brown et Cliff (2004)²⁰⁴ proposent une mesure du sentiment de marché calculée en divisant la valeur du VIX par la volatilité réelle, historique, du SP 100 puis en prenant le logarithme népérien de ce ratio. On peut penser que le SP 100 a été retenu par ces auteurs car ce n'est qu'en septembre 2003 que les options sur SP 500 ont remplacé celles sur le SP 100 pour le calcul du VIX. L'ancien indice continue à être calculé, il a comme symbole VXO. Pour assurer la cohérence de la formule, il semble maintenant préférable de remplacer, au dénominateur, la volatilité réelle du SP 100 par celle du SP 500.

²⁰³ Whaley R. E., "The investor fear gauge" in *The Journal of Portfolio Management*, 2000, vol. 26, 3.

²⁰⁴ Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

En rapportant le VIX à la volatilité historique, on obtient une anticipation d'augmentation de la volatilité, donc du risque. Pour Brown et Cliff, le risque de baisse du marché actions est important lorsque ce ratio a une valeur élevée.

2.1.2.1.3 - L'utilisation des *smiles* d'options

Pour un support donné, la volatilité implicite d'une option croît généralement lorsque le prix d'exercice de l'option s'éloigne du cours du support. En d'autres termes, les options *à la monnaie* ont la plus faible volatilité implicite. La forme de la courbe des volatilités en fonction des prix d'échéance des options a conduit à parler de *smiles* d'options.

On interprète souvent ces *smiles* comme un excès de demande pour les options dont les prix d'exercice sont très éloignés des cours. Ils peuvent, comme le font Brière et Chancari (2004)²⁰⁵, être utilisés pour déterminer les anticipations, et donc la psychologie, des investisseurs.

Pour construire leur modèle, Brière et Chancari rappellent d'abord que le prix d'un call européen (exerçable à l'échéance) peut, sous hypothèse de neutralité au risque, être considéré à la date t comme l'actualisation entre t et T (date d'échéance) des paiements à l'échéance. Formellement :

$$C(K, t, T) = \text{Act}(t, T) \int_0^{+\infty} p(F_t) \max(0, F_T - K) dF_T \quad (2.3)$$

avec,

$C(K, t, T)$: prix du call européen de prix d'exercice K et d'échéance T à la date t ,

$\text{Act}(t, T)$: facteur d'actualisation entre t et T ,

$P(\cdot)$: densité neutre au risque,

F_t : le prix du sous-jacent à la date d'expiration de l'option.

²⁰⁵ Brière M. et Chancari K., "Perception des risques sur les marchés, construction d'un indice élaboré à partir des smiles d'options et test de stratégies" in *Revue d'économie politique*, 2004/4, vol. 114.

Ensuite, la densité neutre au risque, distribution des cours anticipés par les acheteurs d'options, peut être isolée en utilisant la formule de Breeden et Litzenberger (1978)²⁰⁶ :

$$C_{KK}(K, t, T) = \text{Act}(t, T) p(K) \quad (2.4)$$

avec,

C_{KK} : dérivée seconde de C, prix de l'option, par rapport à K (prix d'exercice),

t : date du calcul,

T : date d'expiration de l'option,

Act(t, T) : facteur d'actualisation entre t et T,

p(K) : densité neutre au risque pour l'option de prix d'exercice K.

La forme de la distribution neutre au risque, qui est la distribution des rentabilités anticipées par les acheteurs d'options, s'éloigne d'une loi normale en raison des variations de volatilité liées au *smile* d'options. Brière et Chancari (2004)²⁰⁷ constatent que la distribution neutre au risque est en particulier caractérisée par des queues de distribution plus épaisses. Elle peut être comparée avec la distribution des rentabilités passées (densité historique). Brière et Chancari (2004) utilisent la différence entre ces deux distributions comme estimateur de l'aversion au risque. Pour ces chercheurs, si les intervenants donnent une probabilité plus forte que ce qu'elle est historiquement aux événements extrêmes, ce qui les conduit à payer plus cher la couverture de ces risques au travers du lien entre prix de l'option et volatilité implicite, c'est qu'ils sont averses au risque.

Une des originalités de cet indicateur est d'insister sur la perception du risque plus que l'optimisme ou le pessimisme.

²⁰⁶ Breeden D. T. et Litzenberger R. H., "Prices of State Contingent Claims Implicit in Options Prices" in *Journal of Business*, 1978, vol. 51, 4.

²⁰⁷ Brière M. et Chancari K. (2004, loc. cit.).

2.1.2.1.4 - Le commitment of traders (COT)

En 1974 a été créée par le congrès américain l'agence indépendante CFTC (Commodity Futures Trading Commission). Elle assure aujourd'hui la régulation des marchés dérivés américains.

Tout intervenant sur ces marchés dérivés doit déclarer ses positions à la CFTC si, à la clôture journalière du marché, elles dépassent un niveau fixé par cette autorité. Il est alors classé comme *commercial trader* s'il utilise des contrats de futures ou d'options pour couvrir des risques ou comme *non-commercial trader* dans tous les autres cas. Le classement est fait pour chaque actif sous-jacent, un trader peut donc être dans une catégorie quand il prend une position sur des futures ou options de l'actif x et dans l'autre pour ses opérations sur les dérivés de l'actif y.

Le vendredi, la CFTC publie le COT. Pour chaque marché de dérivés sur lequel il y a au moins vingt traders qui ont des positions dépassant le seuil fixé, on y trouve les informations suivantes :

- Positions ouvertes (*open interest*) des *commercial traders*,
- Positions ouvertes (*open interest*) des *non-commercial traders*,
- Total des positions ouvertes, ce qui permet, par différence, de calculer le niveau d'intervention des petits opérateurs (*small traders*).

Reprenant la méthodologie de Rockwell (1967)²⁰⁸, Wang (2001)²⁰⁹ propose une mesure du sentiment de marché pour chaque catégorie d'intervenants (formule 2.5).

²⁰⁸ Rockwell C., "Normal backwardation, forecasting, and the returns to commodity futures traders" in *Food Research Institute Studies*, 1967, 7.

²⁰⁹ Wang C., "Investor sentiment and return predictability in agricultural markets" in *The Journal of Futures Markets*, 2001, vol. 21, 10.

$$SI_{it}^j = \frac{S_{it}^j - \min(S_{it}^j)}{\max(S_{it}^j) - \min(S_{it}^j)} \quad (2.5)$$

avec,

SI_{it}^j : sentiment des traders de la catégorie i sur le marché j pour la semaine t ,

S_{it}^j : position ouverte nette des traders de la catégorie i sur le marché j pour la semaine t ,

\min et \max sont respectivement les minimums et maximums sur une période de trois ans,

i peut prendre trois valeurs : *commercial trader*, *non-commercial trader*, *small traders*.

Lorsque les traders d'une catégorie auront des positions ouvertes proches du maximum des trois années précédentes, le sentiment calculé tendra vers 100 %. Implicitement, on suppose que ce sentiment est équivalent à une anticipation haussière, donc à de l'optimisme.

2.1.2.2 - Les mesures basées sur les organismes de placement collectif en valeurs mobilières (OPCVM)

Les OPCVM sont des instruments très importants dans la gestion d'actifs, sans cesse plus sophistiqués. De nombreux investisseurs les utilisent et expriment implicitement, au travers de leurs achats et ventes, leurs anticipations. La création de mesures du sentiment de marché basées sur les OPCVM n'est donc pas surprenante.

2.1.2.2.1 - La décote des fonds fermés

Peu développés en France mais reconnus par la loi aux Etats-Unis, les fonds fermés sont des OPCVM qui ont un nombre fixe de parts. Pour souscrire après le lancement d'un fonds, un investisseur doit acheter des parts sur le marché secondaire. Le prix d'une part de fonds fermé est en théorie égal à la valeur totale des titres détenus par le fonds divisée par le nombre de parts du fonds.

Dans la pratique, on constate fréquemment, lors du lancement d'un fonds, une surcote de 5 à 10 % de la valeur des parts par rapport à leur prix théorique puis une décote d'amplitude proche après quelques mois. Lorsque le fonds disparaît ou se transforme en fonds ouvert, valeurs réelle et théorique se rapprochent pour devenir égales. Ces phénomènes, souvent remarqués, ont du mal à être mis en cohérence avec l'hypothèse d'efficience des marchés même si des explications relatives à la fiscalité, à des problèmes de liquidité, à des coûts d'agence, de gestion ou de turnover, à des incertitudes relatives à la performance des managers ont été proposées.

Profitant des limites de la finance "classique", de nombreux chercheurs ont proposé une explication comportementale. Dimson et Minio-Kozerski (1999)²¹⁰ ont suivi l'évolution des primes et décotes pour *First Israël*. Alors qu'elles s'échangeaient avec une forte décote entre avril et août 1993, les parts de ce fonds fermé ont vu leur valeur progresser entre janvier et novembre 1994 pour arriver à un cours incluant une prime de 25 %. Dimson et Minio-Kozerski concluent à un lien avec l'accord de paix israélo-palestinien (déclaration de principes signée à Washington le 13 septembre 1993 dans le cadre des accords d'Oslo) qui aurait entraîné un mouvement d'optimisme. Dans la même étude, ils mettent en évidence un phénomène équivalent pour un fonds fermé allemand au moment de la chute du mur de Berlin.

En utilisant les cotations de trois cent quatre-vingt onze fonds fermés, Bruch, Emery et Fuerst (2003)²¹¹ ont constaté une augmentation significative de la décote des parts après les attentats de septembre 2001. Ils l'attribuent au pessimisme ambiant qui a marqué cette période.

Les particuliers détiennent en direct beaucoup moins d'actions que les institutionnels. Cette proportion était inversée pour la part des titres détenus au travers des fonds fermés puisque c'était très majoritairement des particuliers qui détenaient les parts de ces fonds à la fin des années 1980. De Long, Shleifer, Summers et Waldmann (1990)²¹² estiment que ces particuliers sont des *noise traders* qui ont un comportement imprévisible et

²¹⁰ Dimson E., et Minio-Kozerski C., "Closed-end funds: a survey" in *Financial Markets, Institutions & Instruments*, 1999, 8.

²¹¹ Burch T. R., Emery D. R. et Fuerst M. E. , "What can nine-eleven tell us about closed-end fund discounts and investor sentiment?" in *Financial Review*, 2003, 38.

²¹² De Long J. B., Shleifer A., Summers L. H. et Waldmann R. J. (1990, loc. cit.).

génèrent de ce fait un risque accru sur les titres détenus par le fonds fermé. Au risque accru correspond une exigence de rentabilité plus élevée et donc une décote sur le prix.

Cette explication est confortée par le fait que les décotes des différents fonds sont corrélées significativement et de manière positive d'une part et, d'autre part, que les valeur et variation de la décote ne sont pas liées aux rentabilités du marché (Lee, Shleifer et Thaler, 1990²¹³).

La décote des fonds fermés est donc bien un indicateur du sentiment des investisseurs particuliers.

2.1.2.2.2 - La part des actifs à risque dans les portefeuilles d'OPCVM

Selon le mandat qui leur est donné et la liberté qu'il leur laisse, les gestionnaires d'OPCVM investissent une part plus ou moins grande de l'actif qu'ils gèrent en titres risqués.

Une mesure de la part des actifs à risque dans les OPCVM qui laissent un niveau suffisant de liberté au gérant est donc une mesure de leur sentiment.

La société américaine State Street, connue principalement pour ses activités en gestion d'actifs, publie, chaque dernier mardi du mois depuis janvier 2001, le *State Street investor confidence index*. Cet indicateur mesure la part des actifs à risque dans des portefeuilles gérés par des investisseurs sophistiqués de quarante-cinq pays différents. L'agrégation de ces portefeuilles représente environ 15 % des valeurs mobilières dans le monde. State Street utilise un modèle développé par Froot, professeur à Harvard, et O'Connell pour traiter ces données et calculer l'indice de confiance.

Depuis janvier 2009, State Street publie des indices de confiance régionaux pour l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie.

²¹³ Lee C. M. C., Shleifer A. et Thaler R. H., "Anomalies: closed-end mutual funds" in *Journal of Economic Perspectives*, 1990, 4.

2.1.2.2.3 - Les flux de souscriptions aux fonds mutuels

Les investisseurs moins sophistiqués délèguent le plus souvent la gestion de leurs actifs financiers à des professionnels. En analysant les flux de souscription aux OPCVM investis en actions ou autres titres à risque, on peut donc avoir une mesure du sentiment de cette catégorie d'investisseurs.

Indro (2004)²¹⁴ met en évidence le lien entre investissements en fonds mutuels et sentiment des investisseurs individuels. En particulier, les flux d'investissement dans les fonds mutuels sont corrélés au sentiment mesuré par l'AAII (cf. 2.1.1.2).

La société américaine de gestion Rydex SGI commercialise des fonds mutuels indiciels, certains avec effet de levier, et des fonds qui répliquent l'opposé de la performance d'un indice. Par exemple, le fonds *Nova* (code RYANX) réplique la performance du SP 500 avec un levier de un et demi. Le fonds *Inverse S&P 500* (code RYURX), appelé *URSA* jusqu'en avril 2006, produit une rentabilité opposée à celle du SP 500. En d'autres termes, si le SP 500 monte de 1 %, le fonds *Inverse S&P 500* baisse de 1 %. Rydex SGI propose des fonds symétriques, à l'effet de levier près, pour d'autres indices actions comme le Russell 2000, le Dow Jones Industrial Average mais aussi pour les emprunts d'état américains ou les obligations dites *high yield*.

Le fait d'avoir des fonds symétriques, même si c'est à l'effet de levier près, au sein de la même société de gestion permet de mieux analyser, pour un indice donné, la part des capitaux investis en fonction d'une anticipation haussière en regard de celle placée sur fonds "inverses" (anticipation baissière) car l'effet notoriété de la société de gestion est neutralisé. Cette proportion est une indication des anticipations et donc du sentiment des investisseurs.

La société *Shaeffer's investment research* publie sur son site Internet²¹⁵ le ratio *Nova/Ursa*. Ce ratio est calculé en divisant la valeur de l'actif de *Nova* par la valeur de l'actif de *Ursa*. Préalablement, chacune des deux valeurs d'actif est corrigée de la

²¹⁴ Indro D. C., "Does mutual fund flow reflect investor sentiment?" in *Journal of Behavioral Finance*, 2004, 5.

²¹⁵ http://www.schaeffersresearch.com/streetools/market_tools/rydex_nu.aspx, page consultée le 24/03/2010.

variation liée à l'évolution de l'indice et à l'effet de levier. Ceci permet de cerner au plus près l'évolution des capitaux investis et donc la part d'anticipation des souscripteurs.

Sur le marché français, un calcul similaire serait possible en utilisant les fonds ACER Cube et ACER Stratégie, gérés par la société ACER Finance, qui répliquent la performance du CAC 40 avec des effets de levier respectifs de trois et moins trois. L'analyse du ratio ACER Cube/ACER Stratégie, calculé selon la même méthode que le ratio *Nova/Ursa*, pourrait donc être une mesure du sentiment sur le marché français. Ces fonds sont considérés comme des fonds communs d'intervention sur les marchés à terme (FCIMT), leur fiscalité pour les particuliers n'est pas favorable, ce qui limite leur diffusion d'autant que l'effet de levier peut être obtenu autrement, par exemple avec des trackers en utilisant le service de règlement différé (SRD). Les souscripteurs sont donc essentiellement des investisseurs professionnels pour qui la fiscalité est neutre. Le ratio ACER Cube/ACER Stratégie serait par conséquent une mesure du sentiment des investisseurs professionnels.

2.1.2.3 - Les indicateurs issus de l'analyse technique

L'analyse technique, basée sur l'étude de l'historique des prix et des volumes d'échange, est utilisée par de nombreux praticiens. Lo et al. (2000)²¹⁶ ont montré grâce à des tests non paramétriques qu'on peut l'intégrer avec profit dans les critères de choix de portefeuille. Osler (2002)²¹⁷ a mis en évidence, sur le marché des changes, la pertinence de certains supports ou résistances, surtout s'ils sont placés à des niveaux correspondants à des chiffres ronds. L'analyse technique reste tout de même très contestée puisqu'en opposition avec l'hypothèse d'efficience des marchés, plus particulièrement avec sa forme faible²¹⁸. Elle est beaucoup plus en phase avec la finance comportementale et peut être vue comme une formalisation de la psychologie et donc du sentiment des investisseurs.

²¹⁶ Lo A. W., Mamaysky H. et Wang J., "Foundations of technical analysis: computational algorithms, statistical inference, and empirical implementation" in *Journal of Finance*, août 2000, vol. 55, 4.

²¹⁷ Osler C. L., "Currency orders and exchange rate dynamics: an explanation for the predictive success of technical analysis" in *Journal of Finance*, octobre 2003, vol. 58, 5.

²¹⁸ On pourra remarquer que l'analyse fondamentale est toute aussi dénuée d'intérêt selon l'hypothèse d'efficience des marchés puisque toutes les informations concernant un titre sont immédiatement intégrées dans son cours et que l'espérance du cours en $t + 1$ est le cours en t .

Beaucoup de stratégies d'analyse technique sont basées sur la recherche de tendances, en d'autres termes sur le fait que, pendant une période assez longue, un marché sera par exemple orienté à la hausse. Le trader cherche à détecter le début de ce mouvement de progression durable avant de sortir du marché aussi près que possible du plus haut lorsque tel ou tel indicateur lui aura indiqué la fin de la hausse. Le lien avec les phénomènes de mimétisme est évident.

Discipline fondamentalement empirique, l'analyse technique repose sur des méthodes extrêmement variées.

Des indicateurs issus de l'analyse technique, donc de l'historique des prix et volumes, sont généralement considérés comme des indicateurs de sentiment. On peut citer :

- le ratio du nombre de valeurs en hausse sur le nombre de valeurs en baisse,
- le ratio du nombre d'actions qui font de nouveaux plus hauts sur le nombre d'actions qui font de nouveaux plus bas,
- l'indicateur ARMS²¹⁹, aussi appelé TRIN (TRading INdex), qui est calculé selon la formule 2.6.

$$ARMS_t = \frac{\frac{Hau_t}{Bai_t}}{\frac{V.Hau_t}{V.Bai_t}} \quad (2.6)$$

avec :

$ARMS_t$: indice ARMS en fin de période t ,

Hau_t : nombre de titres en hausse pendant la période t ,

Bai_t : nombre de titres en baisse pendant la période t ,

$V. Hau_t$: volume d'échanges sur les titres en hausse pendant la période t ,

$V. Bais_t$: volume d'échanges sur les titres en baisse pendant la période t .

L'indicateur ARMS compare donc la proportion de titres en hausse avec la proportion du volume échangé sur des titres en hausse. En d'autres termes, il permet de comparer l'activité moyenne des titres en hausse à celle des titres en baisse.

²¹⁹ ARMS R. W. Jr, *The Arms index (TRIN): an introduction to volume analysis of stock and bond markets*, 1ère édition, 1996, Marketplace Books, Columbia, Maryland, USA.

On considère généralement que si l'indicateur ARMS est inférieur à 1 le sentiment est haussier. En effet, il y a plus d'activité moyenne sur les titres en hausse. Inversement, si l'indicateur ARMS est supérieur à 1, le sentiment est baissier.

2.1.2.4 - Sentiment de marché et moteur de recherche Internet

Google reste le moteur de recherche le plus utilisé par les internautes. Si on prend comme exemple février 2009, les requêtes qui lui ont été adressées représentaient environ soixante-douze pour cent de toutes celles faites aux USA.

Au travers de la fonction *search volume index* (SVI)²²⁰, Google permet de connaître le nombre de requêtes effectuées sur un mot donné. C'est un indicateur de l'intérêt porté à tel ou tel phénomène économique.

Hal Varian, un des responsables économiques de la société Google, a suggéré que l'activité de recherche sur certains thèmes peut être vue comme un outil de prévision de variables économiques. Choi et Varian (2009)²²¹ confirment cette thèse en mettant en évidence un lien entre le nombre de recherches relatives aux logements, voitures ou voyages et les ventes dans ces secteurs d'activité.

Selon le même procédé, Da et al. (2009)²²² proposent de mesurer l'intérêt des investisseurs pour telle ou telle action en utilisant la fonction SVI (nombre de recherches avec le nom de la société comme entrée). Ils établissent un lien entre l'intérêt pour un titre mesuré grâce à la fonction SVI et la rentabilité du premier jour de cotation de ce titre. Ils mettent aussi en évidence une relation entre l'augmentation du nombre de recherches sur un titre et la hausse de son cours dans les deux semaines qui suivent. En d'autres termes, ceci montre que, lorsque les investisseurs s'apprêtent à acheter un titre qui a retenu leur attention, ils tendent à faire une recherche d'informations sur Internet.

²²⁰ Service accessible via *Google Trends*, URL : <http://www.google.fr/trends>.

²²¹ Choi H. and Varian H., "Predicting the present with *Google Trends*", working paper, 2009, Google Inc.

²²² Da Z., Engelberg J. et Gao P., "In search of attention", working paper, 2009, Université Notre-Dame, USA.

Le nombre de requêtes relatives à un titre, plus précisément son augmentation, est donc, selon Da et al. (2009)²²³, un indicateur original du sentiment de marché.

La figure 2.13 est la copie écran partielle du résultat d'une recherche sur IBM faite le 12/04/2010. La partie supérieure de la figure dénombre, période par période, le nombre de recherches faites en tapant IBM. La courbe inférieure permet de suivre l'évolution du nombre d'actualités relatives au même mot-clé, toujours selon les outils Google. Google permet en outre de quantifier géographiquement, par pays ou ville, et selon le langage utilisé, les requêtes. Globalement, on constate que le mot clé IBM est de moins en moins utilisé.

L'augmentation brutale du nombre de requêtes, fin 2007, a bien été suivie par une hausse sensible des cours pendant le premier semestre 2008.

Si l'on revient sur le cas d'IBM (figure 2.13), on peut tout de même remarquer qu'il est difficile de dissocier les recherches faites par des investisseurs de celles portant sur la recherche d'ordinateurs personnels IBM sachant qu'IBM a cédé cette activité à Lenovo à la fin de l'année 2004 (actualité mise en exergue par l'outil Google : point A sur la figure 2.13).

²²³ Da Z., Engelberg J. et Gao P. (2009, loc. cit.).

Figure 2.13 : recherche Google Trends - SVI pour IBM (au 12/04/2010)



2.1.2.5 - Les autres modes de mesure indirecte

Outre les méthodes décrites précédemment, la mesure du sentiment de marché a été approchée en utilisant :

- Le nombre d'introductions en bourse et le niveau de rentabilité des titres introduits lors des premières séances de cotation. Parmi d'autres, Helwege et Liang (1996)²²⁴ ont mis en évidence le lien entre volume des introductions en bourse et optimisme des investisseurs.
- L'achat sur marge, achat de titres avec des fonds partiellement empruntés au courtier, est courant aux Etats-Unis. C'est une des manières de construire une position avec un effet de levier. Les conditions de ces opérations sont fixées et régulièrement revues par la *Federal Reserve* qui communique mensuellement la variation de l'encours de ces prêts. Un encours élevé indique que les opérateurs sont optimistes.
- La part des ventes à découvert dans l'ensemble des opérations de vente de titres montre, lorsqu'elle est élevée, le pessimisme des investisseurs.
- Durant les périodes de fort optimisme, les investisseurs privilégient l'achat d'actions de société de croissance, ce qui conduit à leur survalorisation. Ces sociétés distribuent peu voire pas de dividendes. On peut donc mesurer le sentiment des investisseurs en comparant le *market-to-book* ratio des entreprises en croissance (critère de sélection : pas de distribution de dividendes) à celui des autres entreprises.
- Des phénomènes non économiques comme les fêtes religieuses (Frieder et Subrahmanyam, 2004²²⁵), l'ensoleillement (Hirshleifer et Shumway, 2003²²⁶), les cycles lunaires (Yuan, Zheng et Zhu, 2005²²⁷), les résultats sportifs (Edmans, Garcia et Norli, 2006²²⁸) ; le lien entre ces phénomènes non économiques et le sentiment de marché est bien sûr difficile à établir autrement que par des

²²⁴ Helwege J. et Liang N., "Is there a pecking order? Evidence from a panel of IPO firms" in *Journal of Financial Economics*, 1996, 40.

²²⁵ Frieder L. et Subrahmanyam A., "Nonsecular regularities in returns and volume" in *Financial Analysts Journal*, 2004, vol. 60, 4.

²²⁶ Hirshleifer D. et Shumway T., "Good day sunshine: stock returns and the weather" in *Journal of Finance*, juin 2003, vol. 58, 3.

²²⁷ Yuan K., Zheng L. et Zhu Q., "Are investors moonstruck? Lunar phases and stock returns" in *Journal of Empirical Finance*, 2006, vol. 13, 1.

²²⁸ Edmans A., Garcia D. et Norli O., "Sports sentiment and stock returns", *Sixteenth Annual Utah Winter Finance Conference* (actes du colloque), mai 2006.

corrélations ; généralement, il s'agit de facteurs supposés agir sur la psychologie des investisseurs qui deviennent par exemple plus optimistes.

- Le nombre de gratte-ciels construits (*erection index*) qui est maximal dans les périodes d'euphorie.
- Concernant les obligations, la duration agrégée des portefeuilles des gérants professionnels ramenée à celle de leur benchmark (Crescenzi, 2002²²⁹). Lorsque les gérants sont très optimistes, ils portent cette duration "relative" aux environs de 105 %, elle descend à 95 % lorsqu'ils sont très pessimistes.

2.1.2.6 - Conclusion

Les modes de mesure indirecte du sentiment des investisseurs ont comme première caractéristique leur extrême diversité.

Leur principale limite est de ne pas suffisamment dissocier les effets de l'évolution des fondamentaux de l'économie des effets liés au sentiment des investisseurs. Par ailleurs, la psychologie des investisseurs qui n'intervient pas sur le marché au moment où est faite la mesure est peu ou pas prise en compte.

Pour approcher plus précisément le sentiment de marché, certains auteurs proposent d'utiliser des mesures composites, ce sera l'objet de la section suivante.

²²⁹ Crescenzi A., *The Strategic bond investor: Strategies and tools to unlock the power of the bond market*, 1ère édition, 2002, McGraw-Hill, Colombus, USA.

2.1.3 - Les mesures composites du sentiment de marché

Les méthodes de mesure du sentiment de marché sont très nombreuses. Il est donc tentant de les combiner pour obtenir un indicateur composite, censé être plus pertinent.

La première partie de ce développement sera consacrée à la mise en évidence de corrélations entre les différents indicateurs de sentiment (Brown et Cliff, 2004²³⁰). Les agréger en faisant simplement une somme ou une moyenne conduirait donc à surpondérer certaines informations en les reprenant plusieurs fois. Il faut recourir à d'autres outils comme le montrent les modèles composites les plus courants, ceux de Baker et Wurgler (2003)²³¹ et de Brown et Cliff (2004)

2.1.3.1 - Sentiment de marché, des mesures multiples mais corrélées

Brown et Cliff (2004) ont mis en évidence des corrélations significatives entre des mesures directes du sentiment de marché et nombre de mesures indirectes (tableau 2.3).

Dans le tableau 2.3, les variables suivantes sont utilisées :

- SENTp : sentiment des professionnels défini grâce aux données *Investors intelligence* (cf. 2.1.1.6),
- SENTa : sentiment des "amateurs" tel que le calcule l'association américaine des investisseurs individuels (AAII, cf. 2.1.1.2),
- ADV/DEC : ratio du nombre de valeurs en hausse sur le nombre de valeurs en baisse,
- ARMS : indice ARMS (cf. 2.1.2.3),
- HI/LO : ratio du nombre de valeurs faisant de nouveaux plus hauts sur le nombre de valeurs faisant de nouveaux plus bas,
- Δ MARGIN : pourcentage de variation de l'encours des prêts pour achats sur marge (cf. 2.1.2.5),
- Δ SHORTIR : pourcentage de variation des ventes à découvert,
- SPECIAL : part des ventes à découvert faites par les professionnels,

²³⁰ Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

²³¹ Baker M. et Wurgler J. (2003, loc. cit.).

- ODDLOT : ratio des ordres de ventes de moins de cent titres sur les ordres d'achat de moins de cent titres,
- SHORTSLS : ratio des ventes à découvert sur le total des ventes,
- PUT/CALL : ratio du volume échangé sur des calls sur le volume échangé sur des puts (cf. 2.1.2.1.1),
- VOL : logarithme du rapport entre la volatilité attendue (VIX, cf. 2.1.2.1.2) et la volatilité constatée,
- FUTp et FUTa : respectivement, telles qu'estimées par la CFTC (cf. 2.1.2.1.4), l'activité des *non-commercial traders* et des *small traders* (particuliers),
- MKTVANE : indicateur de sentiment calculé à partir de recommandations d'achat ou de vente sur le marché des matières premières faites par des experts (on peut s'étonner que les auteurs aient considéré cet outil comme une mesure indirecte et non directe du sentiment de marché),
- CEFD : décote des fonds fermés (cf. 2.1.2.2.1),
- IPORET : rentabilité du premier jour de cotation des actions introduites en bourse,
- IPON : nombre d'introductions en bourse (source des données : Ritter²³²),
- FUNDFLOW : montant net des souscriptions à des fonds mutuels (cf. 2.1.2.2.3),
- FUNDCASH : proportion de liquidités dans les fonds mutuels,
- RBIG : rentabilité des grosses valeurs (indice SP 500 pour les données hebdomadaires, données du CRSP pour les calculs mensuels), les indications t-1, t-2, t-3 sont des retards temporels,
- RSOB : rentabilité des petites valeurs (indice Russell 2000 pour les données hebdomadaires, données du CRSP pour les calculs mensuelles) déduction faite de celle des grosses valeurs, les indications t-1, t-2, t-3 correspondent à des décalages temporels.

En pratique, Brown et Cliff (2004)²³³ ont cherché une corrélation entre d'une part une mesure directe du sentiment de marché, en l'occurrence l'indice AAIL, représentant le sentiment des investisseurs particuliers (colonne SENTa) ou l'indice II pour le sentiment des professionnels (colonnes SENTp), et d'autre part des mesures indirectes du sentiment de marché. Les calculs ont été faits sur le marché américain avec des données

²³² <http://bear.warrington.ufl.edu/ritter/>, page consultée le 06/04/2010.

²³³ Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

hebdomadaires (596 observations de juillet 1987 à décembre 1998) et mensuelles (336 observations de janvier 1970 à décembre 1997).

Tableau 2.3 : sentiment, corrélation entre mesures directes et indirectes
(source : Brown et Cliff, 2004²³⁴)

| | | Mensuel | Hebdomadaire | |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|------------|
| | | SENTp | SENTp | SENTa |
| Trading volume | ADV/DEC | 48.5813*** | -0.8145* | 0.9775 |
| | ARMS | -13.9606* | 0.8817 | 6.3919 |
| | HI/LO | -0.0567 | 0.0802* | 0.3499*** |
| Type of trade | ΔMARGIN | -0.0279 | | |
| | ΔSHORTIR | 19.0383*** | | |
| | SPECIAL | 24.5495* | 12.1160** | 5.8992 |
| | ODDLOT | 6.1902*** | -2.2866*** | -4.9089*** |
| | SHORTSLS | | 1.1186 | -10.1899 |
| Derivatives | PUT/CALL | | -0.4326 | 0.6284 |
| | VOL | | -0.5776 | 3.9741** |
| | FUTp | | 0.0000 | -0.0000 |
| | FUTa | | 0.0000 | 0.0001 |
| | MKTVANE | | 0.0177 | 0.0864 |
| Autres | CEFD | -0.2481*** | -0.1096 | -0.2508 |
| | IPORET | -0.0620 | | |
| | IPON | 0.0572** | | |
| | FUNDFLOW | 3.1082*** | | |
| | FUNDCASH | -0.9419*** | | |
| Variables de contrôle | RBIG | -0.8269* | 0.4876*** | 1.4093*** |
| | RBIG, t - 1 | 0.2638 | 0.7444*** | 0.9913*** |
| | RBIG, t - 2 | | 0.9747*** | -0.1523 |
| | RBIG, t - 3 | | 0.4899*** | 0.4056 |
| | RSOB | -0.2286 | 0.1158 | -0.0208 |
| | RSOB, t-1 | 0.2239 | -0.0273 | 0.5448 |
| | RSOB, t-2 | | 0.0742 | -0.0614 |
| | RSOB, t-3 | | 0.1289 | 0.3544 |
| | CONSTANTE | -0.512297*** | -2.5817 | -10.3119 |
| | R ² | 0.7105 | 0.9261 | 0.5475 |

Remarques : Dans les colonnes SENTp mensuel, SENTp hebdomadaire et SENTa hebdomadaire, sauf pour la dernière ligne (R²), les chiffres sont les paramètres déterminés par la méthode des moindres carrés ordinaires, (*) indique un seuil de signification de 10 %, (**) un seuil de signification de 5 %, (***) un seuil de signification de 1 %. La constante est naturellement issue du même calcul.

²³⁴ Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

Les coefficients de détermination (R^2) sont élevés, plusieurs paramètres sont significatifs. Ceci indique la force du lien entre mesures directes et indirectes. Implicitement, les mesures indirectes sont aussi fréquemment liées entre elles. Ceci conduit à penser que les différentes méthodes prennent en compte, au moins pour partie, les mêmes composantes de la psychologie des investisseurs.

C'est un élément qui crédibilise les différents modes de mesure mais qui, en même temps, pose la question de l'intérêt qu'il y a à les multiplier pour fiabiliser la quantification du sentiment puisque chacun va donner une part d'informations déjà connue.

Le recours à des techniques statistiques plus sophistiquées qu'une simple agrégation permet d'espérer arriver à mieux cerner la psychologie des investisseurs en combinant plusieurs techniques de mesure.

2.1.3.2 - Le modèle de Baker et Wurgler

Baker et Wurgler (2003)²³⁵ regroupent plusieurs mesures indirectes pour obtenir un indicateur composite du sentiment de marché. Pour cela, ils combinent six outils de mesure indirecte en utilisant une analyse en composantes principales (les pondérations sont issues de la projection sur la première composante principale) et en optimisant leur synchronisation temporelle. En effet, certaines mesures sont en avance par rapport à d'autres. Par exemple, l'évolution de l'offre de titres (émissions de titres au travers d'introductions en bourse, ...) est postérieure à l'augmentation de la demande (rentabilité plus élevée sur les valeurs introduites en bourse, baisse de la décote des fonds fermés, ...) en provenance d'investisseurs moins averses au risque.

Dans ce contexte, Baker et Wurgler (2003) proposent de calculer le sentiment de marché en appliquant la formule 2.7.

²³⁵ Baker M. et Wurgler J. (2003, loc. cit.).

$$\text{SENTIMENT}_t = -0.241\text{CEFD}_t + 0.242\text{TURN}_{t-1} + 0.253\text{NIPO}_t + 0.257\text{RIPO}_{t-1} + 0.112S_t - 0.283P_{t-1}^{\text{D-ND}} \quad (2.7)$$

avec,

SENTIMENT_t : indice de sentiment à l'instant t (somme pondérée des valeurs de chaque indicateur),

CEFD_t : décote des fonds fermés (écart entre la valeur de l'actif net et valeur de marché du fonds) à l'instant t .

TURN_t : en t , indicateur de liquidité ; formellement l'écart à sa moyenne mobile à cinq ans du logarithme du rapport du volume échangé sur le *New-York Stock Exchange* (NYSE) au nombre de titres cotés (données provenant du *NYSE Facts & Figures*, précédemment *NYSE fact book*, disponibles depuis 1900) ; dans un marché qui ne permet pas les ventes à découvert, une augmentation de la liquidité est supposée indiquer un niveau d'optimisme élevé (Baker et Stein, 2004²³⁶).

NIPO_t : nombre d'introductions en bourse à l'instant t .

RIPO_{t-1} : rentabilité du premier jour de cotation des titres introduits en bourse en $t-1$.

S_t : en t , ratio des émissions d'actions sur les émissions totales de titres (capital plus dette) ; selon Baker et Wurgler (2003), lorsque la proportion d'actions émises est élevée, les marchés actions connaissent ensuite une période de faibles rentabilités.

$P_{t-1}^{\text{D-ND}}$: en $t-1$, différentiel du ratio *market-to-book* pour les entreprises en croissance (cf. 2.1.2.5), la formule 2.8 montre le détail du calcul.

²³⁶ Baker M. et Stein J. C., "Market liquidity as a sentiment indicator" in *Journal of Financial Markets*, 2004, 7.

$$p_t^{D-ND} = \log \left[\frac{1}{N_{div}} \sum_{j=1}^{N_{div}} \frac{ME_{j,t}}{BE_{j,t}} \right] - \log \left[\frac{1}{N_{n-div}} \sum_{j=1}^{N_{n-div}} \frac{ME_{j,t}}{BE_{j,t}} \right] \quad (2.8)$$

avec,

N_{div} : nombre de sociétés qui ont distribué au moins un dividende dans l'année,

N_{n-div} : nombre de sociétés qui n'ont pas distribué de dividende dans l'année,

$BE_{j,t}$: valeur comptable de l'entreprise j au moment t,

$ME_{j,t}$: valeur de marché de l'entreprise j au moment t.

A l'intérieur de la formule 2.7, chaque variable a été centrée et réduite. Les décalages temporels ont pour but de prendre en compte le fait que certaines variables mettent plus de temps à révéler le même sentiment. Les coefficients ont été déterminés en utilisant l'analyse en composantes principales.

La formule 2.7 est cohérente avec ce que l'on pouvait attendre en termes de signes des facteurs. A l'exception de la décote des fonds fermés, les décalages temporels (t, t - 1,) correspondent aussi à ce que l'on pouvait espérer.

Le modèle a tout de même une faiblesse : chacun des indicateurs qui permettent de calculer le sentiment composite est susceptible d'être influencé par la conjoncture économique. Par exemple, le nombre d'introductions en bourse est fonction de la conjoncture économique, pas seulement du sentiment des investisseurs. Le calcul présenté (formule 2.7) ne permet pas de dissocier la part rationnelle liée au cycle économique de ce qui a trait au sentiment des investisseurs.

Pour cette raison, Baker et Wurgler (2003)²³⁷ neutralisent les effets économiques en régressant chacune des six mesures de sentiment par rapport à différents indicateurs économiques (croissance de la production industrielle, de la consommation, indicateur de récession). Le résidu de chacune de ces régressions, noté " \perp " est considéré comme la part de la mesure qui correspond réellement au sentiment des investisseurs.

Appliquant la même procédure que précédemment, Baker et Wurgler (2003) obtiennent l'expression suivante :

$$\begin{aligned} SENTIMENT_t^{\perp} = & \\ & -0.198CEFD_t^{\perp} + 0.225TURN_{t-1}^{\perp} + 0.234NIPO_t^{\perp} + 0.263RIPO_{t-1}^{\perp} + 0.211S_t^{\perp} - \\ & 0.243P_{t-1}^{\perp D-ND} \end{aligned} \quad (2.9)$$

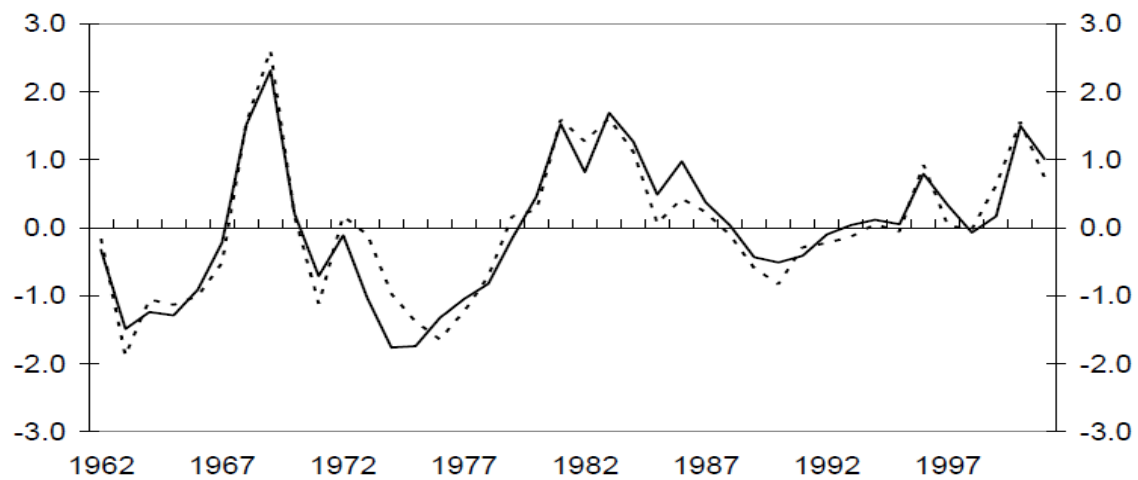
Les variables ont naturellement la même définition que dans la formule 2.7 présentée précédemment.

La figure 2.14 montre l'historique du sentiment composite de 1962 à 2001, en valeur "brute" et en isolant les effets du cycle économique. La différence entre les deux courbes est assez limitée malgré l'utilisation d'une méthodologie beaucoup plus complexe.

²³⁷ Baker M. et Wurgler J. (2003, loc. cit.).

Figure 2.14 : indice de sentiment composite de 1962 à 2001

(source : Baker et Wurgler, 2003²³⁸)



Remarque : la courbe pleine représente le sentiment composite calculé à partir des indices de sentiment bruts, la courbe en pointillés le calcul fait en prenant en compte l'impact de la conjoncture économique.

2.1.3.3 - Le modèle de Brown et Cliff

Suite à leur recherche de corrélation entre les différents indicateurs de sentiment (cf. 2.1.3.1), Brown et Cliff (2004)²³⁹ construisent, à partir des mêmes indicateurs et données, trois mesures du sentiment composite :

- Une à l'aide d'une variable d'état définie par la méthode du filtre de Kalman,
- Deux à l'aide des composantes une et deux d'une analyse en composantes principales.

Ces calculs sont faits pour les données mensuelles et hebdomadaires.

Les deux méthodes de construction de la mesure composite donnent des résultats proches. Quelle que soit l'échelle de temps, Brown et Cliff remarquent que l'allure générale des deux séries est similaire.

²³⁸ Baker M. et Wurgler J. (2003, loc. cit.).

²³⁹ Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

Ils dissocient ensuite le sentiment des investisseurs individuels de celui des investisseurs professionnels à partir des données hebdomadaires. Les indicateurs de sentiment utilisés dans chacune des séries sont les mêmes à l'exception de la mesure directe (AAII pour les particuliers, *Investors intelligence* pour les professionnels). Le comportement des deux séries n'est pas identique. Leur coefficient de corrélation est égal à 0,59.

Les deux modèles composites détaillés ci-dessus ont chacun des particularités mais on remarque dans les deux cas l'emploi de méthodes visant à ne pas reprendre plusieurs fois la même information. La corrélation entre les différentes mesures a donc bien été prise en compte.

2.1.4 - Conclusion

A une définition non unique du sentiment de marché répond une multitude de modes de mesure, directs, indirects ou composites.

Les mesures directes sont faites par sondage auprès des investisseurs ou, plus largement, des consommateurs. Elles se heurtent principalement à l'écart entre déclaration et action. Concernant les investisseurs, elles supposent aussi que les enquêteurs ont la possibilité d'interroger les vrais décideurs. Le délai de diffusion des résultats est aussi une limite importante.

Les mesures indirectes répondent à ces problèmes en s'appuyant sur des données de marché, donc sur le résultat des actions réelles des intervenants. Les méthodologies ne sont malgré tout pas exemptes de faiblesses : la dissociation des comportements irrationnels et des réponses rationnelles aux évolutions économiques n'est pas souvent faite. La psychologie des investisseurs hors marché au moment où est faite la mesure n'est pas prise en compte.

Brown et Cliff (2004)²⁴⁰ ont montré que différentes méthodes, directes et/ou indirectes, recueillent la même information, ce qui est à la fois un élément rassurant quant à la fiabilité des mesures mais aussi un risque, celui de surpondérer une information en la

²⁴⁰ Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

reprenant plusieurs fois. Les mesures composites sont, au travers de l'utilisation d'outils statistiques plus sophistiqués, une tentative de réponse à ce problème.

Pour un investisseur, la pertinence de tel ou tel mode de mesure du sentiment des investisseurs est largement déterminée par sa relation aux mouvements des marchés, en termes de rentabilités ou de volatilité. Ce sera l'objet de la suite de ce développement.

2.2 - Sentiment de marché, rentabilités, volatilité

La relation entre le sentiment des investisseurs et les caractéristiques statistiques du marché sur lequel ils interviennent, rentabilités et volatilité, est un élément clé pour comprendre les interactions entre la psychologie des investisseurs et l'évolution des cours d'une part et, d'autre part, évaluer les modes de mesure.

Implicitement, il s'agit aussi de mettre en évidence les limites à la rationalité des intervenants et donc à l'hypothèse d'efficience des marchés.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la capacité des mesures du sentiment à aider à l'anticipation des mouvements du marché conditionne leur utilisation dans la gestion d'actifs.

Le lien entre psychologie des investisseurs et mouvements de marché est difficile à établir car, outre ce lien, on teste simultanément plusieurs choses :

- La capacité qu'a telle ou telle méthode à mesurer telle ou telle composante du sentiment de l'investisseur, en général optimisme ou pessimisme ;
- Le fait que cette composante du sentiment, qui est privilégiée, traduise l'ensemble de la psychologie des opérateurs ou, au minimum, ce qui va les influencer dans leurs interventions sur les marchés ;
- Le poids du sentiment de marché parmi les facteurs qui expliquent l'évolution des cours.

Les travaux précurseurs de DeLong et al. (1990)²⁴¹ mettaient en évidence la covariance entre sentiment de marché et rentabilités des marchés actions, insistaient sur l'impact des *noise traders* dans le comportement des prix et dissociaient sentiment des professionnels et sentiment des investisseurs individuels.

Ensuite, de nombreuses études ont été consacrées aux rapports entre évolutions du marché et sentiment. Nous présenterons successivement celles relatives aux rentabilités puis celles qui traitent de l'influence du sentiment sur la volatilité.

²⁴¹ DeLong J. B., Shleifer J., Summers A. et R. Waldmann (1990, loc. cit.).

2.2.1 - Sentiment de marché et rentabilité

L'approche la plus couramment utilisée dans les études consacrées à l'évaluation du lien entre sentiment et rentabilités est celle des opinions contraires. En d'autres termes, on tente de définir les moments pendant lesquels les investisseurs sont euphoriques ou, à l'opposé, pessimistes, puis on mesure les rentabilités des périodes qui suivent en cherchant à mettre en évidence des différences liées à la situation psychologique de départ.

On considère donc que l'irrationalité des investisseurs provoque un écart temporaire à la valeur fondamentale. Cet écart, maximal lorsque le sentiment est à un extrême, se résorbe en provoquant un mouvement de marché prévisible.

Dans les sections suivantes, nous détaillerons successivement les études consacrées aux mesures directes, aux mesures indirectes et, enfin, aux mesures composites.

2.2.1.1 - Mesures directes du sentiment de marché et rentabilités

Solt et Statman (1988)²⁴² et Clarke et Statman (1998)²⁴³ n'ont pas trouvé de relation significative entre l'indice *Investors Intelligence* (II) et les rentabilités à quatre, vingt-six ou cinquante-deux semaines sur le Dow Jones industriel ou le SP 500. Ces études ont été réalisées à partir de 1964, début de l'historique de l'indice II.

De Bondt (1993)²⁴⁴ trouve une corrélation positive et significative entre rentabilités du SP 500 et changement du sentiment des investisseurs individuels. Leurs anticipations dépendent donc des performances passées du marché. Ce résultat est confirmé par Fischer et Statman (2000)²⁴⁵

²⁴² Solt M. E. et Statman M., "How useful is the sentiment index?" in *Financial Analysts Journal*, 1988, vol. 44, n° 5.

²⁴³ Clarke R. G. et Statman M., "Bullish or Bearish?" in *Financial Analysts Journal*, 1998, vol. 54, n° 6.

²⁴⁴ De Bondt W. F. M., "Betting on trends: intuitive forecasts of financial risk and return", *International Journal of Forecasting*, 1993, vol. 9, n° 3.

²⁴⁵ Fisher K. L. et Statman M., "Investor sentiment and stock returns" in *Financial Analysts Journal*, 2000, 56.

Fischer et Statman (2000)²⁴⁶ mettent en évidence une relation significative entre le sentiment des investisseurs individuels mesuré à l'aide de l'indice AAII (association des investisseurs individuels) et les rentabilités à un mois des grosses capitalisations pour la période qui va de juillet 1987 à juillet 1998. Ils montrent aussi que les indices AAII et II sont significativement corrélés. Ce lien doit être analysé avec circonspection car ils n'obtiennent pas de relation significative entre le sentiment des éditeurs de lettres confidentielles (mesuré grâce à l'indice II) et les rentabilités à un mois pour les grosses capitalisations. Ils ne trouvent pas de lien entre rentabilités des petites capitalisations et sentiment des investisseurs particuliers ou éditeurs de lettres confidentielles.

Selon Shiller (2000)²⁴⁷, l'indice *bubble expectation* semble être corrélé aux rentabilités passées du Dow Jones industriel. Sur la période 1989-1999, cinq des six points hauts de l'indice *bubble expectation* correspondent avec les points hauts des rentabilités sur les six derniers mois du Dow Jones industriel. Le coefficient de corrélation entre les deux séries est égal à 0.39.

Les indices de Shiller ne semblent pas évoluer selon une tendance à moyen terme sur la période 1989-1999 pourtant marquée par une forte baisse des marchés au début des années 1990 puis par un puissant marché haussier.

Les anticipations des consommateurs sur la santé de l'économie (indices de l'Université du Michigan et du *Conference Board*) et celles des investisseurs particuliers concernant les marchés d'actions (indice AAII) sont corrélées significativement et positivement (Fischer et Statman, 2003²⁴⁸). La bourse anticipant généralement les mouvements de l'économie, on ne devrait avoir une corrélation forte qu'en appliquant un décalage temporel (retard sur l'anticipation relative à la bourse). Otoo (1999)²⁴⁹ remarque que de fortes rentabilités positives sur les marchés d'actions peuvent conduire à une augmentation de la confiance des consommateurs pour deux raisons :

- Elles créent une augmentation de la valeur de l'épargne,
- Elles conduisent les ménages à une augmentation de la valeur de leur salaire.

²⁴⁶ Fisher K. L. et Statman M., (2000, loc. cit.).

²⁴⁷ Shiller R. J. (2000, loc. cit.).

²⁴⁸ Fisher K. L. et Statman M., "Consumer confidence and stock returns" in *Journal of Portfolio Management*, 2003, 30.

²⁴⁹ Otoo M., "Consumer sentiment and the stock market", working paper, Federal Reserve System, 1999.

Fischer et Statman (2003)²⁵⁰ trouvent une corrélation négative entre le niveau de confiance des consommateurs, disponible chaque fin de mois, et les rentabilités à six et douze mois.

Brown et Cliff (2005)²⁵¹ s'intéressent à l'impact du sentiment de marché à plus long terme. En utilisant l'indice II (*Investors Intelligence*) comme estimateur, ils montrent que le niveau du sentiment de marché a un impact sur les rentabilités à horizon un-trois ans. Par ailleurs, l'indice II permet d'expliquer les écarts de prix à la valeur fondamentale. Les auteurs en tirent deux conclusions :

- L'indice II est un élément qui doit être intégré dans l'évaluation des actifs,
- L'indice II est une mesure pertinente du sentiment de marché et est donc relié au niveau du prix des actions.

Lemmon et Portniaguina (2006)²⁵² montrent que les erreurs d'évaluation sur les petites valeurs sont plus importantes que celles affectant les grosses capitalisations. Pendant les périodes d'optimisme, mesuré à l'aide des indices de confiance des consommateurs, les petites valeurs sont nettement plus surévaluées. Symétriquement, elles sont plus sous-évaluées pendant les périodes de pessimisme.

Hübner (2008)²⁵³ donne plusieurs informations relatives à l'évolution et à l'utilisation des indices Sentix :

- Si les traders doivent éviter de prendre des positions contre le sentiment dominant dans un marché haussier, les mouvements de baisse se terminent souvent dans un climat de fort pessimisme.
- Sentix distingue les intervenants à court, moyen et long terme, ce qui permet de constater que leur sentiment évolue de manière tout à fait différente.
- Sentix publie un indice de neutralité (*Neutrality Index*) qui mesure la part des investisseurs qui n'ont pas de position sur tel ou tel marché car ils n'ont pas une vision claire de son évolution probable. Lorsque peu d'investisseurs sont

²⁵⁰ Fisher K. L. et Statman M., (2003, loc. cit.).

²⁵¹ Brown G. W. et Cliff M. T., "Investor sentiment and asset valuation" in *Journal of Business*, 2005, vol. 78, n°2.

²⁵² Lemmon M. et Portniaguina E., "Consumer confidence and asset prices: some empirical evidence" in *Review of Financial Studies*, 2006, 19.

²⁵³ Hübner M., "Sentix: Behavioral indices - A behaviorally oriented development of the TA tool-kit" in *IFTA Journal*, édition 2008.

incertains, on est généralement en présence d'un phénomène de surconfiance. Après une phase de faible niveau de neutralité, les rentabilités sont souvent faibles.

- La mesure du sentiment de marché à très court terme ne semble pas avoir de valeur prédictive.

Daele (2005)²⁵⁴ constate que la prise en compte du sentiment de marché mesuré par Sentix permet d'améliorer les performances de son système de prévision des rentabilités (indices DAX et tecDAX).

Les études de lien entre mesures directes du sentiment de marché et rentabilités arrivent à des résultats contrastés, la relation n'est pas aussi nette qu'on aurait pu l'attendre. En revanche, les rentabilités passées influencent fortement la psychologie des intervenants, les poussant à l'optimisme lorsque les cours ont progressés dans le passé récent, au pessimisme dans le cas contraire. Les mesures indirectes sont, dans leur principe, très différentes. Nous verrons dans la prochaine section si l'on peut en attendre un lien plus évident avec les rentabilités.

2.2.1.2 - Mesures indirectes du sentiment de marché et rentabilités

Neal et Wheatley (1998)²⁵⁵ testent trois modes de mesure indirecte du sentiment de marché :

- La décote des fonds fermés,
- Le ratio souscriptions nettes sur actif total des fonds mutuels,
- Le ratio ventes/achats des ordres de petite taille.

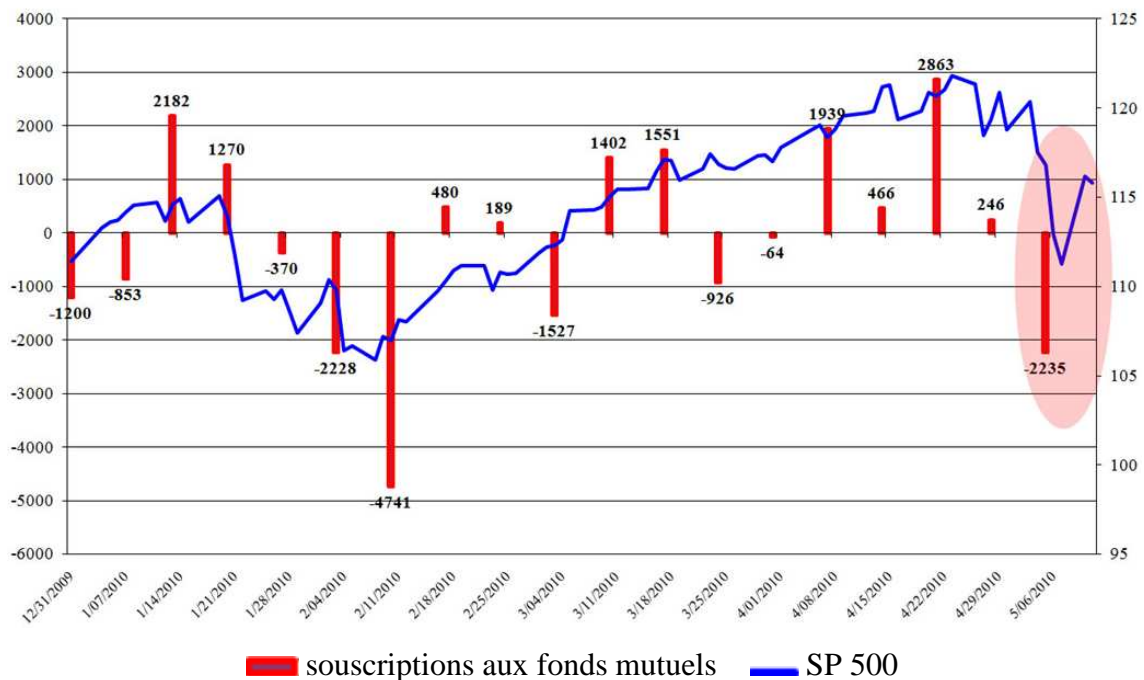
Ils montrent l'existence d'un lien entre les deux premiers critères et les rentabilités des petites valeurs. En prenant comme variable de contrôle le prix moyen des petites firmes, seul le ratio lié aux souscriptions de fonds mutuels garde une capacité à prévoir les rentabilités.

²⁵⁴ Daele M., "In the mood: investor sentiment, stock returns and volatility in Germany", thèse de fin d'études, Université de Maastricht, 2005.

²⁵⁵ Neal R. et Wheatley S. M., "Do measures of investor sentiment predict returns?" in *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1998, vol. 33, n° 4.

En liaison avec l'étude de Neal et Wheatley (1998)²⁵⁶, la figure 2.15 illustre, pour la période qui va du 31 décembre 2009 au 05 mai 2010, le lien entre l'évolution du SP 500 et les flux nets de souscriptions aux fonds mutuels. Si la période étudiée est trop courte pour pouvoir généraliser la relation à partir de cette seule figure, on remarque tout de même le niveau élevé des investissements en phase de hausse et, symétriquement, les rachats nets de parts en période de repli de l'indice.

Figure 2.15 : SP 500 et souscriptions nettes aux fonds mutuels à long-terme
(source : Zero Hedge²⁵⁷)



Wang (2001)²⁵⁸ montre, en étudiant plusieurs marchés dérivés de produits agricoles, que le sentiment des *commercial traders* est un indicateur de continuation du mouvement alors que le sentiment des *non-commercial traders* est un indicateur *contrarian*. Le sentiment des *small traders* n'a aucune valeur prédictive.

²⁵⁶ Neal R. et Wheatley S. M. (1998, loc. cit.).

²⁵⁷ Source : <http://www.zerohedge.com/article/retail-investors-flee-market-even-record-market-crash-ytd-domestic-flows-stocks-are-negative>, page consultée le 13 mai 2010. Données fournies par Investment Company Institute (<http://www.ici.org>). Les flux de souscriptions sont hebdomadaires, estimés à partir de données représentant environ 95 % des flux réels.

²⁵⁸ Wang C. (2001, loc. cit.).

Simon et Wiggins III (2001)²⁵⁹ analysent le ratio put-call, la volatilité implicite et l'indice ARMS et concluent à une influence significative de leurs niveaux sur les rentabilités des contrats à terme ayant comme sous-jacent l'indice SP 500. Leur étude montre que les périodes de fort pessimisme sont des opportunités d'achat et que, symétriquement, il est pertinent de vendre lorsque l'on constate un important optimisme.

Brown, Goetzmann, Shiraishi et Watanabe (2002)²⁶⁰ analysent le lien entre rentabilités des actions et souscriptions aux fonds mutuels aux Etats-Unis et au Japon. Ils obtiennent les résultats suivants :

- Les corrélations entre les flux de souscriptions aux fonds mutuels représentant différentes classes d'actifs sont fortes.
- Les investisseurs font des arbitrages sur une base journalière.
- Les investisseurs américains choisissent leurs fonds en s'appuyant essentiellement sur leurs performances passées.
- Au Japon, les flux de souscriptions aux fonds indiciels d'une part et, d'autre part, aux fonds qui répliquent négativement la rentabilité de l'indice de référence sont négativement corrélés ; Brown et al. (2002) considèrent que c'est dû au mimétisme des investisseurs individuels.

Lee et Song (2003)²⁶¹ analysent la relation entre le sentiment des investisseurs et le supplément de rentabilité des titres *value* par rapport aux actions *growth*. Le ratio put-call sur actions du CBOE (*Chicago board options exchange*) et l'indice VIX sont retenus comme mode de mesure du sentiment de marché. Lee et Song trouvent que les actions *value* tendent à avoir des performances supérieures aux actions *growth* quand le ratio put-call est bas ou que l'indice VIX est élevé. Dans le cas contraire, les actions *growth* affichent une performance marginalement supérieure voire égale aux actions *value*.

²⁵⁹ Simon D. P. et Wiggins III R. A., "S&P futures returns and contrary sentiment indicators" in *Journal of Futures Markets*, 2001, 21.

²⁶⁰ Brown S., Goetzmann W. N., Shiraishi N. et Watanabe M., Investor sentiment in Japanese and U.S. daily mutual fund, working paper, 2002, Yale school of management.

²⁶¹ Lee Y. W. et Song Z., When do value stocks outperform growth stocks? Investor sentiment and equity style rotation strategies, working paper, 2003, University of Rhode Island - Area of Finance and Insurance.

Lee et Song confirment la validité de ces découvertes en montrant qu'une stratégie d'allocation d'actifs basée sur un choix entre les deux types d'actions selon le niveau du ratio put call permet de générer une rentabilité supérieure à celle des indices de référence.

Brière et Chancari (2004)²⁶² quantifient, en utilisant les *smiles* d'options, l'aversion au risque (cf. 2.1.2.1.3). Leur idée de départ est la suivante : lorsque la sensibilité au risque est forte sur un marché, les investisseurs vont avoir tendance à reporter leurs investissements des actifs risqués vers les actifs non risqués.

En pratique, Brière et Chancari (2004) divisent l'aire de la queue gauche de la distribution neutre au risque par l'aire de cette même distribution sur l'intervalle des *strikes* cotés (R_{dnr}). Le même calcul est fait pour la distribution historique (R_h). L'indice de perception des risques (IPR) est calculé de la manière suivante :

$$IPR = R_{dnr}/R_h \quad (2.10)$$

Pour chacun des marchés étudiés, un portefeuille-test et un portefeuille de référence ont été construits. Ce portefeuille de référence est composé en permanence, à parts égales, d'actifs sans risque et d'actifs indexés sur le benchmark. Le portefeuille-test est composé des mêmes actifs mais dans des proportions que l'on fait varier en utilisant l'indice de perception du risque de la manière suivante : s'il est supérieur à sa moyenne mobile à 30 jours, on alloue 70 % en actifs sans risque ; au contraire, s'il est inférieur à cette même moyenne mobile, la part des actifs sans risque est ramenée à 30 %. Les positions sont prises sur une part du capital pour trois mois.

En outre, un portefeuille se réfère à un "indice global" (dernière ligne du tableau 2.4). Il est identique à celui dont la référence est le SP 500 mais la perception des risques est calculée différemment : elle est l'agrégation de celles des cinq marchés étudiés. Ce portefeuille sert à tester si le fait d'inclure la perception des risques sur l'ensemble des marchés étudiés améliore la performance.

²⁶² Brière M. et Chancari K. (2004, loc.cit.).

Le tableau 2.4 permet de mettre en évidence les résultats. Les portefeuilles-test font mieux que leur benchmark sur tous les marchés actions. Le résultat est plus contrasté sur les devises. Le concept de perception des risques agrégés semble pertinent puisqu'il permet d'augmenter la surperformance par rapport au portefeuille sur le SP 500.

Tableau 2.4 : performance comparée des portefeuilles-test (source : Brière et Chancari, 2004²⁶³)

| Indicateur | Portfeuille | Rendement du portefeuille sur la période | Rendement moyen sur 3 mois d'une allocation | Ratio info (<i>tracking error</i>) |
|------------|------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|
| SP 500 | benchmark | 0.26% | -0.29% | 0.91 (1.49 %) |
| | portfeuille-test | 1.56% | 0.03% | |
| DAX | benchmark | -4.98% | -1.75% | 1.77 (2.38 %) |
| | portfeuille-test | -1.21% | -0.74% | |
| Nikkei | benchmark | -7.51% | -2.09% | 2.03 (0.50 %) |
| | portfeuille-test | -6.59% | -1.84% | |
| Euro/\$ | benchmark | 8.38% | 2.12% | 0.27 (0.39 %) |
| | portfeuille-test | 8.46% | 2.14% | |
| \$/yen | benchmark | 7.15% | 1.77% | -0.47 (0.56 %) |
| | portfeuille-test | 6.90% | 1.70% | |
| Global | benchmark | 0.26% | -0.29% | 1.39 (1.88 %) |
| | portfeuille-test | 2.64% | 0.32% | |

Kaniel, Saar et Titman (2006)²⁶⁴ analysent les transactions faites par les investisseurs individuels sur le *New York Stock Exchange* (NYSE). Plus précisément, ils calculent chaque jour, pour chaque titre, les achats nets faits par les investisseurs individuels qu'ils divisent par le volume quotidien moyen de l'année précédente sur la même action. Lorsque la part des investisseurs individuels est importante, c'est bien sûr le signe de leur optimisme. Pour Kaniel, Saar et Titman (2006), le sentiment de l'investisseur

²⁶³ Brière M. et Chancari K. (2004, loc.cit.).

²⁶⁴ Kaniel R., Saar G. et Titman S., Individual Investor Trading and Stock Returns, working paper, 2006, Department of Finance, National Bureau of Economic Research (NBER).

individuel ainsi défini permet d'anticiper les rentabilités à court terme. Les titres achetés en masse par ces investisseurs ont des rentabilités positives dans le mois qui suit, des rentabilités négatives lorsqu'ils les ont largement vendus.

Bremer, Hirose et Kato (2008)²⁶⁵ utilisent les opérations sur marge sur le marché japonais pour étudier le lien entre sentiment et rentabilités. L'analyse porte d'abord sur le marché dans son ensemble puis les titres.

Les opérations d'achats sur marge sont initiées par les investisseurs individuels. En raison de l'effet de levier qu'elles permettent, elles sont considérées comme des indicateurs d'optimisme. Bremer, Hirose et Kato constatent que les effets de feed-back sont très présents puisque les variations de volume d'achats sur marge sont auto-corrélées positivement. Ces variations sont également positivement corrélées aux rentabilités des périodes précédentes.

Les ventes à découvert, pratiquées par tous les investisseurs et donc dominées par les professionnels en volume, ne semblent pas influencées par le feed-back trading.

Action par action, les achats sur marge évoluent de manière plus complexe : leur volume augmente quand le marché a progressé dans un passé récent et que les actions de la société considérée ont eu des performances faibles. Par ailleurs, les rentabilités en excès des actions sur lesquelles les achats sur marge diminuent sont négatives.

Les investisseurs qui utilisent les achats sur marge semblent avoir un comportement mimétique pour les petites capitalisations, et, au contraire, de feed-back négatif sur les actions des grandes sociétés.

L'ensemble des études tend à mettre en évidence un lien entre le sentiment de marché estimé de manière indirecte et les rentabilités. La section suivante sera consacrée à l'impact sur les rentabilités du sentiment estimé grâce aux modèles de mesure composite.

²⁶⁵ Bremer M., Hirose T. et Kato H. K., "Can margin traders predict future stock returns in Japan?" in *Pacific-Basin Journal*, 2009, vol. 17, 1.

2.2.1.3 - Mesures composites du sentiment de marché et rentabilités

Le modèle de Baker et Wurgler (2003)²⁶⁶, décrit précédemment (cf. 2.1.3.2), permet d'évaluer le sentiment de marché à partir de plusieurs modes de mesures. La part des rentabilités liée à l'évolution des fondamentaux économiques est extraite.

Baker et Wurgler (2003) montrent que la rentabilité des groupes d'actions sur une période donnée est liée au niveau des mesures de sentiment au début de cette période.

Quand les intervenants sont très optimistes en début de période, les actions qui sont privilégiées par les spéculateurs et délaissées par les arbitragistes (titres récemment introduits sur le marché, petites capitalisations, actions de sociétés qui ne font pas de profit ou ne distribuent pas de dividendes, actions à forte volatilité, actions de sociétés en forte croissance ou en situation financière délicate) ont des rentabilités plus faibles. Ces actions sont aussi celles qui ont les plus fortes rentabilités quand, en début de période, les investisseurs sont pessimistes.

Baker et Wurgler (2003) remarquent également que les annonces de résultat ont un effet plus limité quand elles suivent une période d'optimisme. Ils notent que certaines caractéristiques fondamentales des sociétés, qui ont un très faible pouvoir prédictif des rentabilités, peuvent devenir des outils d'anticipation intéressants si on utilise leur valeur conditionnelle au sentiment de marché.

Le modèle composite de Brown et Cliff (2004)²⁶⁷, décrit précédemment (cf. 2.1.3.3), permet de mettre en évidence la covariance des mouvements de l'indicateur composite de sentiment et du marché. En revanche, ce même indicateur composite de sentiment ne permet pas d'anticiper les rentabilités comme le montre l'impossibilité de générer des profits à l'aide d'une stratégie de trading basée sur cet indicateur.

Poursuivant par une analyse plus détaillée, Brown et Cliff (2004) constatent que le lien le plus fort est celui qui lie grosses capitalisations et sentiment des investisseurs institutionnels alors que l'on considère généralement que le sentiment de marché affecte

²⁶⁶ Baker M. et Wurgler J. (2003, loc. cit.).

²⁶⁷ Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

surtout les petites valeurs en raison des opérations générées par les investisseurs individuels, *noise traders*, à la rationalité limitée.

Les mesures composites du sentiment de marché étudiées ne semblent pas vraiment lever toute équivoque concernant le lien entre sentiment de marché et rentabilités.

2.2.1.4. - Conclusion

Après avoir détaillé ces nombreuses recherches, relatives à l'ensemble des modes de mesure du sentiment des investisseurs, directs, indirects ou composites, on retiendra en premier lieu l'influence des rentabilités sur le sentiment de marché, relation inverse à celle espérée, et les corrélations entre les différentes mesures de sentiment de marché mises en exergue par Brown et Cliff (2004)²⁶⁸. Plusieurs études mettent en évidence une influence du sentiment des investisseurs, surtout lorsqu'il est mesuré de manière indirecte, sur les rentabilités. Même si cette relation semble devoir encore être utilisée avec précaution, ce serait certainement dommage de ne pas ajouter aux outils habituels du gestionnaire de portefeuille les modes de mesure les plus efficaces, souscriptions aux fonds mutuels ou *smiles* d'options par exemple.

Peut-on espérer que le sentiment de marché permette d'anticiper la volatilité ? Ce sera l'objet de la prochaine section.

2.2.2 - Sentiment de marché et volatilité

Comme nous l'avons mentionné précédemment, DeLong et al.²⁶⁹ ont mis en évidence dès 1990 le rôle des *noise traders*, supposés agir à partir d'informations non fondamentales, dans le comportement des prix et plus particulièrement l'excès de volatilité provoqué par leurs interventions sur les marchés.

²⁶⁸ Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

²⁶⁹ DeLong J. B., Shleifer J., Summers A. et R. Waldmann (1990, loc. cit.).

Selon DeLong et al. (1990), en présence de *noise traders*, les arbitragistes, qui interviennent à court terme et ont la crainte de devoir liquider leurs positions à un cours qui ne correspond pas à la valeur fondamentale, sont moins actifs sur les marchés. Ceci diminue les forces de rappel des cours vers cette même valeur fondamentale, qui peuvent alors s'en éloigner plus largement.

Les *noise traders* ne sont pas forcément éliminés du marché en raison des pertes liées aux modalités de leurs interventions. Au contraire, ils peuvent être récompensés en gagnant plus d'argent que les professionnels grâce au risque et aux distorsions de prix qu'eux-mêmes créent.

DeLong et al. (1990)²⁷⁰ estiment qu'un certain nombre d'anomalies dans le comportement des prix peuvent être expliquées par les interventions des *noise traders*. Parmi celles-ci, on retiendra surtout, dans le contexte de cette étude, le supplément de volatilité.

Brown (1999)²⁷¹ met en évidence la relation significative entre la volatilité des cours des fonds fermés et le sentiment des investisseurs individuels mesuré grâce à l'indice AAII. Pour donner plus d'importance aux valeurs extrêmes, l'écart à la moyenne du sentiment est utilisé. Le premier résultat est une confirmation du lien entre volatilité des fonds fermés et volatilité du marché, représenté par le SP 500.

La volatilité des fonds fermés est significativement corrélée avec le sentiment des investisseurs individuels. En dissociant volatilité à l'ouverture et volatilité à la clôture, Brown met en évidence une relation significative du sentiment avec la première et une quasi-absence de lien avec la seconde. La volatilité du SP 500 ne semble pas non plus être une variable explicative de la volatilité à la clôture.

Concernant le nombre de transactions sur les fonds fermés, Brown remarque un effet week-end, il suppose donc que les particuliers examinent leur portefeuille le week-end et font les arbitrages le lundi. La taille des prises de positions est corrélée significativement et négativement avec le sentiment, toujours mesuré en écart à sa

²⁷⁰ DeLong J. B., Shleifer J., Summers A. et R. Waldmann (1990, loc. cit.).

²⁷¹ Brown G. W., "Volatility, sentiment, and noise traders" in *Financial Analysts Journal*, 1999, 55.

moyenne. Le poids relatif des petits investisseurs s'accroît donc lorsque le sentiment est extrême.

Pour Wang, Keswani et Taylor (2006)²⁷², les articles qui cherchent à montrer si les mesures de sentiment peuvent être utilisées pour prévoir la volatilité omettent de tester l'importance des rentabilités passées.

Wang, Keswani et Taylor (2006) confirment l'importance des rentabilités passées dans le sentiment des investisseurs. Leurs calculs montrent que les rentabilités sont un facteur qui permet de prévoir la volatilité.

Pour eux, le niveau du sentiment mesuré par les indicateurs, issus de mesures directes ou indirectes, est causé par la volatilité. Ces indicateurs ne peuvent donc pas être utilisés à des fins de prévision à l'exception du ratio ARMS (cf. 2.1.2.3) et du ratio du volume moyen de transactions sur des actions en hausse sur le volume moyen de transactions sur des actions en baisse.

Wang, Keswani et Taylor (2006) poursuivent leur étude en intégrant le ratio ARMS dans des modèles de prévision de volatilité passée. Ils en concluent que le ratio ARMS permet d'améliorer les prévisions. Ce gain est cependant limité si on intègre également dans les modèles les rentabilités passées.

A partir des rentabilités du Dow Jones industriel (DJIA) et du SP 500, Verma et Verma (2007)²⁷³ analysent les effets du sentiment sur la volatilité conditionnelle. Ils distinguent émotions rationnelles, en fait optimisme ou pessimisme liés au contexte économique, et opérations de *noise trading*. A l'aide de modèles EGARCH, ils trouvent un effet positif du sentiment sur les rentabilités et un effet négatif du sentiment sur les volatilités, aussi bien pour les investisseurs individuels que pour les professionnels. En outre, selon leur modèle, la relation est asymétrique puisque le sentiment haussier a un effet plus important que le sentiment baissier.

²⁷² Wang Y.-H., Keswani A. et Taylor S. J., "The relationships between sentiment, returns and volatility" in *International Journal of Forecasting*, 2006, 22.

²⁷³ Verma R. et Verma P., "Noise trading et stock market volatility" in *Journal of Multinational Financial Management*, 2007, 17.

L'effet du comportement des cours dans le passé a une influence sur le sentiment des investisseurs individuels mais pas sur celui des professionnels. Les investisseurs individuels participent donc au mouvement des cours selon le principe du *feed-back trading*. Par ailleurs, les investisseurs individuels sont sensibles au sentiment des investisseurs institutionnels. Ce lien n'est pas réciproque.

Verma et Verma (2007)²⁷⁴ mettent aussi en évidence le fait que, pour les deux types d'investisseurs, le sentiment est pour partie rationnel puisque relié significativement à plusieurs variables économiques. La part résiduelle du sentiment, irrationnelle, a un impact asymétrique : le sentiment irrationnel haussier est celui qui a le plus d'influence sur le comportement du marché. Le sentiment rationnel au sens de Verma et Verma n'a pas cet effet asymétrique.

Le sentiment irrationnel des investisseurs individuels est influencé par les rentabilités et la volatilité passées, ce qui explique les phénomènes de *feed-back* évoqués précédemment.

Verma et Verma concluent en insistant sur la nécessité d'intégrer les opérations des *noise traders* dans le risque, ce qui est tout à fait cohérent avec les résultats de DeLong et al. (1990)²⁷⁵.

Le lien entre sentiment et volatilité semble donc peu significatif. Lorsqu'il est présent, il résulte largement du fait que, comme nous l'avons vu précédemment, le sentiment est influencé par les rentabilités passées.

²⁷⁴ Verma R. et Verma P. (2007, loc. cit.).

²⁷⁵ DeLong J. B., Shleifer J., Summers A. et R. Waldmann (1990, loc. cit.).

Conclusion

De très nombreuses manières de mesurer le sentiment de marché ont été proposées. On peut distinguer :

- Les modes de mesure directs, par sondage auprès des investisseurs ou, plus largement, des consommateurs ;
- Les modes de mesure indirects, qui utilisent, entre autres, les cours des marchés dérivés, les souscriptions aux fonds mutuels, les cours et/ou volumes d'échanges passés.

Brown et Cliff (2004)²⁷⁶ ont mis en évidence des corrélations significatives entre nombre de mesures directes et indirectes du sentiment de marché, ce qui montre que l'emploi simultané de plusieurs indices de sentiment amène peu de valeur ajoutée et risque de conduire à surpondérer certaines caractéristiques de la psychologie des intervenants.

Pour devenir un outil opérationnel au service de la gestion d'actifs, le sentiment doit permettre d'anticiper les mouvements du marché. De nombreuses études ont été consacrées à cette recherche de lien.

Le résultat le plus net est l'importance des rentabilités passées dans le niveau d'optimisme-pessimisme des investisseurs. C'est une explication plausible des écarts durables voire croissants des cours d'un titre à sa valeur fondamentale puis du retour vers cette même valeur fondamentale, respectivement effets *momentum* et de *mean reversion*.

Plusieurs recherches ont montré le lien entre sentiment et rentabilités. Les mesures indirectes du sentiment des investisseurs, surtout lorsqu'elles s'appuient sur les marchés dérivés, semblent être les plus efficaces.

²⁷⁶ Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

La capacité du sentiment à anticiper la volatilité est très limitée. DeLong et al. (1990)²⁷⁷ montrent que les opérations des *noise traders* créent un supplément de volatilité et augmentent le niveau du risque.

²⁷⁷ DeLong J. B., Shleifer J., Summers A. et R. Waldmann (1990, loc. cit.).

Conclusion de la première partie

Dans cette première partie, nous avons abordé la notion de sentiment de marché à partir de la rationalité. En effet, si la finance classique s'appuie sur une rationalité parfaite, la finance comportementale, dont est issu le sentiment de marché, cherche à prendre en compte des comportements qui peuvent s'en éloigner. Cette démarche participe à faire de la finance comportementale le prolongement de la finance classique

De ce fait, les modèles issus de la finance comportementale sont souvent plus complexes que ceux de la finance classique, basée sur l'hypothèse d'efficience. Seuls des doutes sérieux sur la rationalité des investisseurs peuvent justifier ce surcroît de complexité.

Si les "anomalies" ont jeté un doute sur l'efficience des marchés, ce sont surtout les expériences menées sur la rationalité des agents lors des processus de décision qui, bien que souvent éloignées de la finance, contribuent le plus à la remettre en question. Dans ce domaine, les travaux de Kahneman et Tversky font bien sûr référence. Même si elle est encore très imparfaite, la compréhension du fonctionnement du cerveau progresse. Les applications et expériences qui en découlent confirment que la rationalité des agents est éloignée de ce que la théorie économique et financière classique a décrit et pris comme hypothèse.

Depuis longtemps, des chercheurs ont montré que les êtres humains sont influencés par leur environnement. Cette dimension est prise en compte par la finance comportementale au travers du mimétisme et des bulles spéculatives. Le mimétisme permet de bien comprendre comment l'imitation peut être rationnelle mais, également, conduire à des prix aberrants. Dans la première situation, le sentiment de marché peut être compatible avec la rationalité des agents.

Le sentiment de marché est une notion empirique dont les sources sont certainement à aller chercher dans les grandes périodes d'euphorie suivies d'effondrements

économiques qui ont marqué l'histoire ou dans les commentaires journalistiques qui incitent à voir le marché comme une personne avec ses humeurs, souvent traduites sur une échelle qui va de la peur à l'avidité ou, de manière équivalente, du pessimisme à l'optimisme. Malgré cette apparente simplicité, aucune définition du sentiment de marché ne s'est imposée. Nous avons retenu celle de Baker et Wurgler (2007)²⁷⁸ :

"le sentiment de l'investisseur est une croyance relative aux cash flows futurs et aux risques liés à l'investissement qui n'est pas justifiée par l'information disponible."

Bien des manières de mesurer le sentiment de marché ont été proposées. Peut-être parce qu'elles prennent en compte les actes que font vraiment les investisseurs plutôt que leurs avis ou leurs intentions, les mesures indirectes semblent un peu plus étroitement liées aux rentabilités futures que les mesures par sondage. Même s'il est difficile de résumer l'ensemble des résultats obtenus par les chercheurs qui ont travaillé sur ce sujet, le lien entre le sentiment tel qu'il est mesuré et les rentabilités futures n'est pas aussi net que ce que l'on pouvait espérer. Il est encore plus faible en ce qui concerne la volatilité.

Après avoir défini et positionné le sentiment de marché dans la finance contemporaine, de plus en plus marquée par l'approche comportementale, et étudié le lien entre sentiment mesuré et rentabilités, nous tenterons de montrer dans le prochain chapitre de cette thèse que les moments centrés d'ordre supérieur de la distribution des rentabilités sont des indicateurs de sentiment.

²⁷⁸ Baker M. et Wurgler J. (2007, loc. cit.).

2ème partie : nouvelles mesures et utilisation du sentiment de marché

Introduction de la deuxième partie

Dans cette deuxième partie, nous allons présenter deux recherches largement indépendantes mais relatives à un même thème, l'utilisation du sentiment de marché dans la gestion d'actifs.

Très liés à l'hypothèse d'efficience des marchés bien que moins connus, les travaux de Bachelier (1900)²⁷⁹ sont une référence omniprésente dans la finance contemporaine. Sa thèse selon laquelle les marchés évoluent suivant une marche au hasard est une représentation classique de leur fonctionnement.

Les points de vue alternatifs comme celui de Mandelbrot²⁸⁰, qui, dès les années 1960, a perçu le caractère beaucoup plus agité des marchés, ont eu du mal à s'imposer. La situation a fini par évoluer : il est maintenant reconnu que les distributions des rentabilités des actifs financiers sont le plus souvent assez éloignées des caractéristiques d'une loi normale. Elles sont asymétriques et les rentabilités extrêmes ont une fréquence plus élevée qu'attendue pour une loi normale.

Nous avons vu dans la première partie de cette thèse que les investisseurs ne sont probablement pas aussi rationnels que ce qui est prévu par la théorie financière classique. Le sentiment de marché est un des moyens permettant d'espérer prendre en compte leur comportement.

On est donc en présence d'investisseurs plus ou moins rationnels qui, au travers de leurs interventions sur les marchés, génèrent une évolution des cours dont la distribution s'éloigne de celle d'une loi normale.

Il nous a donc semblé intéressant de rapprocher ces deux phénomènes en étudiant la possibilité de considérer les skewness et kurtosis de la distribution des rentabilités des actifs financiers comme des indicateurs de sentiment. En d'autres termes, il s'agit de

²⁷⁹ Bachelier L. (1900, loc. cit.).

²⁸⁰ Mandelbrot B., "The variation of certain speculative prices", in *Journal of Business*, 1963, 36.

savoir si les écarts du skewness et du kurtosis à leur valeur "normale", respectivement zéro et trois, contiennent des informations sur la psychologie des investisseurs. Ce sera l'objet du chapitre III.

Les indicateurs de sentiment détaillés dans la première partie de cette étude sont très divers. Le plus souvent, ils reposent sur des sondages ou sont issus de l'analyse de données de marché. Par ailleurs, ils sont généralement testés et utilisés dans le cadre de stratégies qui supposent un renversement de la psychologie des investisseurs dès lors que des niveaux élevés d'optimisme ou de pessimisme ont été atteints. Le but est de profiter du mouvement des cours généré par ce retournement du sentiment, mouvement qui est, au moins partiellement, prévisible. Nous montrerons dans le chapitre IV qu'en fait l'évolution de nombreux indicateurs de sentiment ne correspond pas à ces stratégies puisqu'elle est caractérisée par des successions de valeurs élevées ou, au contraire, basses.

Chapitre III : skewness et kurtosis, outils de mesure du sentiment de marché ?

Introduction

La thèse de Bachelier (1900)²⁸¹ a été oubliée pendant plusieurs dizaines d'années. Elle a été redécouverte après que le mathématicien américain Savage l'a faite connaître à Samuelson, ce qui a permis aux idées de Bachelier de devenir une des bases théoriques de la finance. Selon cette thèse, on considère que, soumis à une multitude de facteurs qui influencent leur évolution, les marchés varient selon une loi normale arithmétique ou, plus rarement, géométrique²⁸².

Dès les années 1960, plusieurs études ont mis en évidence de manière empirique le fait que les rentabilités des marchés financiers ne sont pas normales ou lognormales mais leptokurtiques et asymétriques. En 1963, Mandelbrot²⁸³ publie une étude très remarquée. Il y met en évidence cette leptokurticité en la qualifiant de "hasard sauvage" par opposition au "hasard sage" de la loi normale. Il insiste sur les conséquences de cette forme de distribution sur la probabilité de krach en remarquant que leur fréquence réelle est peu en accord avec ce que la loi normale permet d'anticiper. Les déformations de la distribution des rentabilités sont maintenant incluses dans une liste de caractéristiques communes à l'ensemble des marchés et nommées "faits stylisés". Partant de ce constat, des recherches sont menées pour faire évoluer les modèles utilisés en finance afin qu'ils prennent en compte cet environnement non-gaussien.

La proximité des concepts d'efficience et de marche aléatoire conduit à s'interroger sur le lien entre rationalité et environnement gaussien. En d'autres termes, ne peut-on pas voir dans les valeurs "anormales" du skewness et du kurtosis le résultat du comportement des investisseurs ? Peut-on espérer quantifier le sentiment de marché à

²⁸¹ Bachelier L. (1900, loc. cit.).

²⁸² Les lois normales arithmétiques et géométriques sont définies dans la sous-section 3.1.1.

²⁸³ Mandelbrot B. (1963, loc. cit.).

partir de ces valeurs et obtenir ainsi, sinon l'instrument indiscutable de sa mesure, au moins un outil supplémentaire permettant de compléter les indicateurs habituels ?

La non-normalité des rentabilités est avant tout un fait empirique, une constatation. Les études de ses causes sont peu fréquentes. Si Shefrin (2008)²⁸⁴ montre que les erreurs d'anticipation causées par le sentiment des investisseurs n'ont pas d'effet constant sur la distribution des rentabilités, ce sont surtout les simulations qui permettent de les analyser et de trouver un lien avec la psychologie des opérateurs. Deux types de simulations servent de support à notre étude :

- les modèles multi-agents,
- un modèle développé par Alles (2004)²⁸⁵ qui montre le lien entre information et skewness et que nous avons étendu au kurtosis,

Ce chapitre sera structuré de la manière suivante : nous rappellerons l'opposition entre la marche au hasard, dont nous redonnerons la définition, et la non-normalité de la distribution des rentabilités des actifs financiers constatée empiriquement. Ceci nous conduira à évoquer succinctement l'impact que peut avoir l'environnement non-gaussien sur la pratique de la finance. Ensuite, nous tenterons d'établir un lien entre le sentiment de marché d'une part et les kurtosis et skewness d'autre part grâce à la fonction sentiment de Shefrin (2008) puis à l'aide de modèles multi-agents. Enfin, nous reprendrons le modèle d'Alles (2004), qui lie skewness et information, et nous l'étendrons au kurtosis.

²⁸⁴ Shefrin H. (2008, op. cit.).

²⁸⁵ Alles L. (2004, loc. cit.).

3.1 – Marche au hasard, finance et environnement non-gaussien

L'hypothèse de marchés financiers évoluant selon une marche au hasard a eu un profond impact sur la finance. La prise en compte de l'environnement réel, non-gaussien, est assez récente et encore en cours. Dans cette section, nous rappellerons d'abord ce qu'est la marche au hasard en raison de son lien avec l'hypothèse de distribution normale des rentabilités des actifs financiers ; ensuite, nous montrerons qu'en fait les rentabilités ont une distribution asymétrique et leptokurtique ; enfin, nous aborderons succinctement la manière dont les modèles utilisés en finance sont adaptés à cet environnement non-gaussien.

3.1.1 – La marche au hasard

La thèse de Bachelier²⁸⁶, soutenue en 1900 et intitulée "Théorie de la spéculation", est souvent considérée comme une base de la finance contemporaine. Dans cette thèse, Bachelier fait deux hypothèses :

- Un nombre infini de facteurs est à la source des mouvements des cours de bourse qui évoluent donc de manière aléatoire et sont imprévisibles.
- La distribution des variations de cours suit une loi normale ; en d'autres termes, par rapport à la moyenne, 68 % sont comprises dans un intervalle de plus ou moins un écart-type, 95 % dans un intervalle de plus ou moins deux écarts-types, 99 % dans un intervalle de plus ou moins au plus de trois écarts-types.

Le concept de marche aléatoire, *random walk*, a été utilisé par Lord Raleygh et K. Pearson en 1905²⁸⁷. Cette année là, dans la revue *Nature*, Pearson lance un appel aux lecteurs pour trouver quelle est la position la plus probable d'un homme dont les déplacements sont parfaitement imprévisibles après que, partant d'un point 0, il a fait n fois les mouvements suivants : avancée de 1 mètre en ligne droite, rotation quelconque puis nouvelle avancée de 1 mètre. Lord Raleygh lui répond que, dans une région sans barrière, l'endroit le plus probable où trouver cet homme est quelque part près du point 0.

²⁸⁶ Bachelier (1900, loc.cit).

²⁸⁷ Pearson K., "The problem of the random walk", in *Nature*, 72, 1905.

Comme le remarque Williams (1998)²⁸⁸, Raleygh et Pearson ne mentionnent pas la nature de la loi de probabilité qui régit cette marche au hasard. Bachelier avait opté pour une marche au hasard arithmétique et donc, comme on peut le montrer en utilisant le théorème central limite, pour une distribution normale des rentabilités.

Formellement, si on définit ε_t par :

$$\varepsilon_t = p_t - p_{t-1} \quad (3.1)$$

avec p_t prix à l'instant t .

La densité de ε_t est donnée par :

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{\sigma(2\pi)^{1/2}} \exp\left(-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}\right) \quad (3.2)$$

Certains chercheurs préfèrent utiliser une marche au hasard géométrique. Si on définit r_t , rendement du titre, par :

$$r_t = \frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}} \quad (3.3)$$

avec p_t le prix à l'instant t ,

Après transformation et utilisation des logarithmes, on peut écrire :

$$\ln(1 + r_t) = \ln(p_t) - \ln(p_{t-1}) \quad (3.4)$$

$\ln(1 + r_t)$ suit une loi normale. En d'autres termes, $1 + r_t$ suit une loi log-normale.

²⁸⁸ Williams B., "Efficience informationnelle et équilibre du marché boursier des actions : spéculation rationnelle et anomalies", thèse pour le doctorat ès sciences de gestion, Université d'Auvergne Clermont-Ferrand 1, 1998.

Formellement, on appelle marche au hasard un processus $(P(t), t \in \mathbb{N})$ tel que $P(0)$ est une constante et :

$$P(t + 1) = P(t) + \Psi(t + 1) \quad (3.5)$$

avec $\Psi(t)$ variables indépendantes, centrées et identiquement distribuées.

L'imprévisibilité des variations de cours crée une proximité forte entre marche au hasard et efficience des marchés. Lardic et Mignon (2006)²⁸⁹ précisent que ces deux concepts ne sont pas équivalents puisque, s'il faut que les marchés soient efficients pour qu'il y ait marche aléatoire, l'absence de marche aléatoire n'implique pas l'inefficience du marché. Le non respect de la marche au hasard peut-être dû à la non-neutralité au risque des agents ou au fait que leurs fonctions d'utilité ne soient pas séparables ou additives (Leroy, 1982)²⁹⁰.

Dans les définitions successives de l'efficience, Samuelson (1965)²⁹¹ a proposé de remplacer la marche au hasard par la martingale, moins restrictive, puisqu'il n'y a pas de contrainte sur les moments d'ordre deux ou supérieurs de la distribution. En particulier, les intervenants sur le marché sont neutres au risque. Un processus de prix p_t suit une martingale si :

$$E(p_{t+1}|I_t) = p_t \quad (3.6)$$

avec :

I_t : information à l'instant t ,

p_t : prix à l'instant t .

La meilleure prévision de p_{t+1} en t est donc p_t . La différence principale avec la marche au hasard vient de la possibilité d'avoir une dépendance entre les rentabilités.

²⁸⁹ Lardic S. et Mignon V. (2006, op. cit.).

²⁹⁰ Leroy S., "Expectations models of asset prices: a survey of theory" in *The Journal of Finance*, vol. XXXVII, n°1, mars 1982.

²⁹¹ Samuelson P. A. (1965, loc. cit.).

Au-delà du lien précis entre marche au hasard et efficience des marchés, le fait que la distribution des rentabilités suive une loi normale arithmétique reste la représentation dominante des marchés.

Paradoxalement, comme nous allons le voir, il est dans le même temps largement admis que, sur la quasi-totalité des marchés, la distribution des rentabilités s'écarte nettement de celle d'une loi normale.

3.1.2 – Distributions des rentabilités : asymétrie et leptokurticité comme points communs

La présence de skewness et de kurtosis dans les rentabilités boursières a été mise en évidence par Kendall et Hill (1953)²⁹², Mandelbrot (1963)²⁹³, Fama (1965a)²⁹⁴. Au fil des observations, il est apparu que l'asymétrie et la leptokurticité des rentabilités font partie du comportement commun à la plupart des marchés : les "faits stylisés". Cont (2001)²⁹⁵ en fait une étude détaillée, il mentionne notamment :

- les queues de distribution plus épaisses qu'attendues dans un environnement gaussien (*fat tails*), ce qui conduit à sous-estimer la probabilité des rentabilités extrêmes et plus particulièrement des fortes baisses ;
- la distribution asymétrique à gauche avec donc une fréquence plus élevée des rentabilités négatives extrêmes ;
- un meilleur respect de la loi normale lorsque les rentabilités sont calculées sur une durée plus longue ;
- la non-corrélation des rentabilités, sauf pour des données à haute fréquence ;
- des clusters de volatilité (zones de forte volatilité suivies de périodes de faible volatilité) ;

Pour mesurer l'asymétrie d'une distribution, on utilise couramment le skewness (formule 3.7).

²⁹² Kendall M., et Hill B., "The Analysis of Economic Time-Series-Part I: Prices", in *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, 1953, vol. 16, n° 1.

²⁹³ Mandelbrot (1963, loc. cit.).

²⁹⁴ Fama E., "The behavior of stock-market prices", in *Journal of Business*, 1965a, n°38.

²⁹⁵ Cont. R., "Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues" in *Quantitative Finance*, vol. 1, 2001.

$$S[X] = E \left(\left(\frac{X - \mu}{\sigma} \right)^3 \right) = \frac{\mu_3}{\sigma^3} \quad (3.7)$$

Un skewness négatif (positif) correspond à une probabilité plus forte d'avoir X fortement négatif (positif). La valeur du skewness pour une distribution normale est zéro.

De la même manière, la fréquence relative des rentabilités extrêmes est le plus souvent approchée par le kurtosis qui est calculé selon la formule 3.8.

$$K[X] = E \left(\left(\frac{X - \mu}{\sigma} \right)^4 \right) = \frac{\mu_4}{\sigma^4} \quad (3.8)$$

μ_3 et μ_4 sont qualifiés de moments d'ordre supérieur.

Dans un environnement gaussien, le kurtosis est égal à trois. En présence de *fat tails*, la distribution est dite leptokurtique, le kurtosis est supérieur à trois. A l'inverse, une distribution aplatie est qualifiée de platikurtique, le kurtosis est alors inférieur à trois.

L'*excess kurtosis* est souvent utilisé, il est défini par la formule 3.9.

$$EK[X] = K[X] - 3 \quad (3.9)$$

Certains chercheurs ont développé d'autres manières de calculer skewness et kurtosis. En particulier, Hosking (1990²⁹⁶ et 1996²⁹⁷) a fait connaître les L-moments initialement découverts par Sillitto (1951)²⁹⁸. Maillet et Merlin (2009)²⁹⁹ calculent les L-moments sur un siècle de rentabilités quotidiennes du Dow Jones industriel. Le principal résultat est le fait que les L-moments sont beaucoup plus stables que les moments classiques.

²⁹⁶ Hosking J. R. M., "L-moments: analysis and estimation of distribution using linear combinations of order statistics" in *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, 1990, vol. 52, 1.

²⁹⁷ Hosking J. R. M., "Some theoretical results concerning L-moments", IBM Research Division, research report RC14492, 1996.

²⁹⁸ Sillitto G. P., "Interrelations between certain linear systematic statistics of sample from any continuous population" in *Biometrika*, 1951, vol. 38, 3-4.

²⁹⁹ Maillet B. et Merlin P., Robust higher-order moments and efficient portfolio selection, 2009, disponible à l'adresse : <http://ssrn.com/abstract=1457703>.

Pour nos calculs d'asymétrie et de leptokurticité, nous utiliserons les formules 3.7 et 3.8.

A titre d'exemple, dans le tableau 3.1, les skewness et kurtosis sont calculés pour plusieurs indices de marché et pour les taux d'intérêt à 10 ans sur les emprunts fédéraux américains qui sont une des références des marchés de taux. Nous avons fait ces calculs à partir des rentabilités journalières, elles-mêmes calculées en utilisant les cours de clôture, sur une période qui va de 2000 à 2009 sauf pour la parité euro/dollar US, faute de données. Nous avons ajouté des historiques plus longs pour le SP 500 et les taux américains, les calculs ont été faits dans les mêmes conditions, à partir des rentabilités journalières. Ces données proviennent de Thomson Reuters à l'exception de celles relatives aux taux obligataires, recueillies sur le site de la Réserve Fédérale Américaine³⁰⁰.

Tableau 3.1 : skewness et kurtosis sur différents marchés de capitaux

| | | | rentabilités arithmétiques | | rentabilités logarithmiques | |
|----------------|---------------|-------------|----------------------------|----------|-----------------------------|----------|
| | date de début | date de fin | skewness | kurtosis | skewness | kurtosis |
| SP 500 | 01/01/2000 | 30/09/2010 | -0,257 | 10,173 | -0,067 | 10,202 |
| SP 500 | 01/01/1950 | 30/09/2010 | -0,646 | 25,189 | -1,041 | 29,030 |
| Nikkei | 01/01/2000 | 30/09/2010 | -0,485 | 9,236 | -0,291 | 9,048 |
| CAC 40 | 01/01/2000 | 30/09/2010 | -0,099 | 7,800 | 0,065 | 7,999 |
| Taux 10 ans US | 01/01/2000 | 30/09/2010 | -0,501 | 11,157 | -0,275 | 9,610 |
| Taux 10 ans US | 01/01/1962 | 30/09/2010 | -0,206 | 15,389 | -0,450 | 14,722 |
| CRB (*) | 01/01/2000 | 30/09/2010 | -0,385 | 5,750 | -0,304 | 5,646 |
| Euro/dollar US | 15/10/2004 | 30/09/2010 | 0,172 | 5,371 | 0,149 | 5,068 |

(*) Indice Commodity Research Bureau représentant l'évolution des matières premières.

A la lecture du tableau 3.1, on constate que l'on a bien, dans la plupart des cas, un skewness négatif et un kurtosis supérieur à trois. Le skewness est positif pour l'euro/dollar US et pour le CAC 40 lorsqu'il est calculé à partir des rentabilités logarithmiques. Ceci laisse à penser que, même sur une durée de plusieurs années, on peut avoir des valeurs qui s'écartent des "standards".

³⁰⁰ Fichier consulté le 28/11/2010, disponible à l'adresse : http://www.federalreserve.gov/releases/H15/data/Business_day/H15_TCMNOM_Y10.txt

Les figures 3.1 et 3.2 permettent de visualiser l'évolution des skewness et kurtosis de la distribution des rentabilités journalières du SP 500 pour une période qui va de janvier 1980 à septembre 2010. Les moments centrés ont été calculés par trimestre civil.

Figure 3.1 : skewness trimestriel du SP 500 de 1980 à 2009

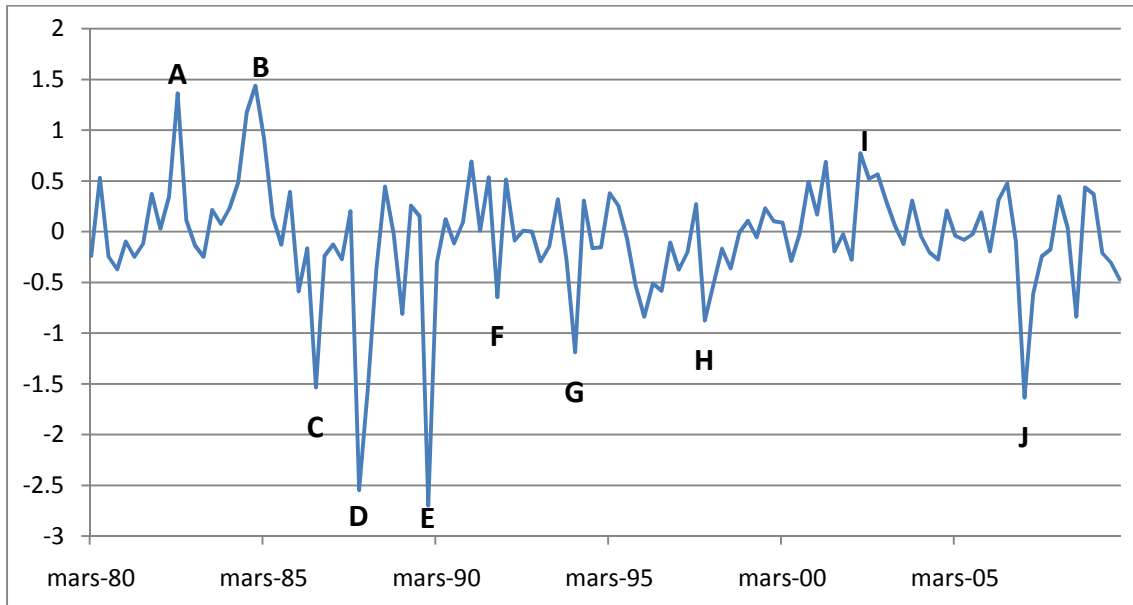
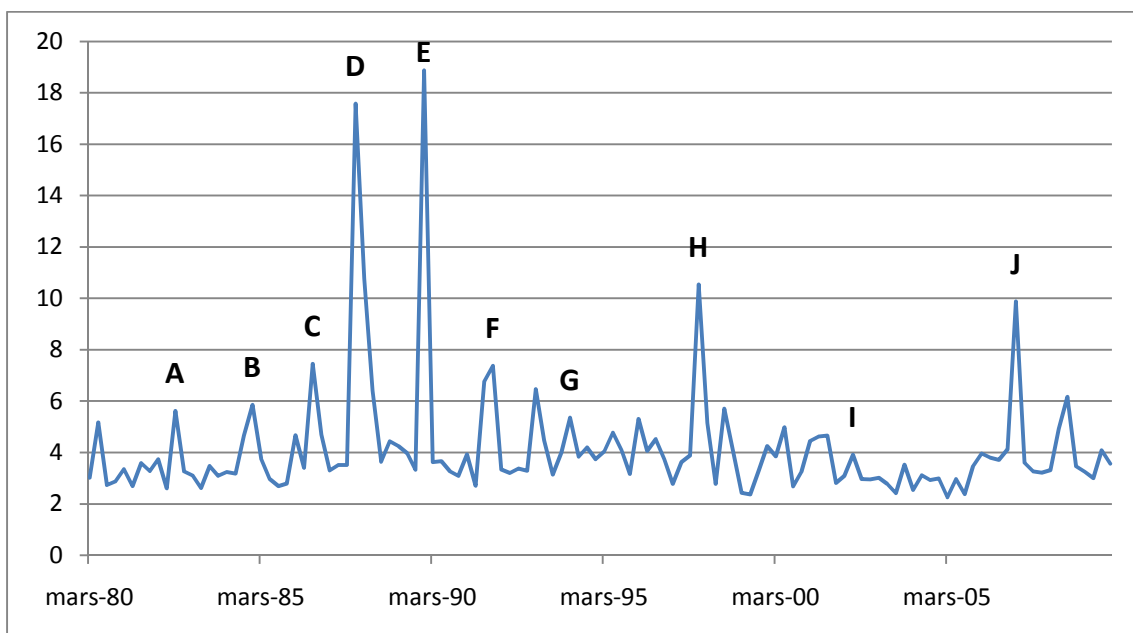


Figure 3.2 : kurtosis trimestriel du SP 500 de 1980 à 2009



Sur les figures 3.1 et 3.2, nous avons mis en évidence quelques dates auxquelles le skewness ou le kurtosis était sur un niveau extrême :

- A (septembre 1982) : forte hausse des marchés financiers et des volumes échangés en août et septembre 1982 malgré une récession.
- B (décembre 1984) : pas d'actualité particulière.
- C (septembre 1986) : problèmes monétaires.
- D (décembre 1987 et mars 1988) : krach d'octobre 1987.
- E (décembre 1989) : forte baisse en octobre 1989, causée par l'échec du rachat de la compagnie aérienne United Airlines et la crise sur les obligations américaines à risque dites "*junk-bonds*".
- F (décembre 1991) : pas d'actualité particulière.
- G (mars 1994) : repli des marchés en liaison avec la hausse des taux obligataires.
- H (décembre 1997) : crise financière en Asie.
- I (juin 2002) : repli des marchés actions suite à l'éclatement de la "bulle Internet".
- J (mars 2007) : pas d'actualité particulière.

On peut remarquer que, le plus souvent, les deux moments centrés sont simultanément sur des niveaux remarquables et que cela correspond fréquemment à des moments particuliers de l'histoire économique et financière. Il est assez étonnant de voir que la baisse du SP 500 en 2008-2009, pendant la crise financière, a relativement peu affecté les skewness et kurtosis.

La non-normalité de la distribution des rentabilités a naturellement eu un impact sur la théorie financière et sur les modèles utilisés. Nous allons maintenant aborder ce point succinctement.

3.1.3 - Finance et environnement non-gaussien

L'observation empirique de la non-normalité des rentabilités a conduit à remettre en cause la plupart des modèles utilisés en finance puisqu'ils ont généralement été conçus dans un environnement moyenne-variance. C'est le cas de celui des choix de portefeuille de Markowitz (1952)³⁰¹ ou du MEDAF (modèle d'évaluation des actifs financiers) de

³⁰¹ Markowitz H., "Portfolio selection" in *Journal of Finance*, 1952, 7.

Sharpe (1964)³⁰², Lintner (1965)³⁰³ et Mossin (1966)³⁰⁴. Maillet et Merlin (2009)³⁰⁵ regroupent en trois voies complémentaires les recherches visant à les faire évoluer en prenant en compte les moments d'ordre supérieur de la distribution des rentabilités :

- Leur intégration dans la fonction d'utilité d'un investisseur rationnel selon Von Neumann et Morgenstern (1944)³⁰⁶,
- La généralisation de la frontière d'efficience de Markowitz (1952)³⁰⁷ visant à incorporer skewness et kurtosis dans la recherche d'une allocation d'actifs optimale,
- Une extension du MEDAF ayant pour objectif une modélisation des rentabilités prenant en compte les caractéristiques réelles de leur distribution.

Plusieurs articles ont tenté de montrer comment la non-normalité des rentabilités pouvait être prise en compte pour la gestion de portefeuille. On peut citer Rubinstein (1973)³⁰⁸, Harvey et Siddique (2000)³⁰⁹, Jurczenko et Maillet (2006b)³¹⁰.

Le problème est complexe, la non orthogonalité de certains moments, variance et kurtosis par exemple, en est une illustration. Tibiletti (2006)³¹¹ prend l'exemple d'un investisseur averse au risque qui préfère les portefeuilles dont la distribution a un skewness positif. Si on ajoute à ce portefeuille une action dont la distribution a aussi un skewness positif, on peut dans certains cas obtenir un portefeuille dont la distribution des rentabilités a un skewness négatif.

³⁰² Sharpe W. F., "Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk" in *Journal of Finance*, 1964, vol. 19, 3.

³⁰³ Lintner J., "The value of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets" in *Review of Economics and Statistics*, 1965, vol. 47, 1.

³⁰⁴ Mossin J., "Equilibrium in a capital asset market", *Econometrica*, 1966, vol. 34, 4.

³⁰⁵ Maillet B. et Merlin P. (loc. cit.).

³⁰⁶ Von Neumann J. et Morgenstern O. (1944, op. cit.).

³⁰⁷ Markowitz H. (1952, loc. cit.).

³⁰⁸ Rubinstein M., "The fundamental theorem of parameter-preference security valuation" in *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1973, 8.

³⁰⁹ Harvey C. et Siddique A., "Conditional skewness in asset pricing tests" in *The Journal of Finance*, 2000, 60.

³¹⁰ Jurczenko E. et Maillet B., "The four-moment capital asset pricing model : between asset pricing and asset allocation" in *Multi-moment asset allocation and pricing models*, Wiley Finance, Chichester, 2006.

³¹¹ Tibiletti L., "Higher-order moments and beyond" in *Multi-moment asset allocation and pricing models*, Wiley Finance, Chichester, 2006.

Maillet et Merlin (2009)³¹² font des tests d'allocation d'actifs en prenant en compte les moments d'ordre supérieur. Ils utilisent les L-moments et une *shortage function* (Luenberger, 1995³¹³). Cette *shortage function* permet d'évaluer la performance d'un portefeuille en mesurant la distance entre ses caractéristiques (rentabilité, volatilité, éventuellement skewness et kurtosis) et celles de la frontière d'efficience. Cette méthode permet donc d'optimiser les résultats d'une recherche simultanée d'une volatilité et d'un kurtosis minimaux et d'une rentabilité et d'un skewness maximaux. A partir de tests sur les rentabilités hebdomadaires de grosses capitalisations européennes, ils arrivent à la conclusion que le critère moyenne variance de Markowitz (1952)³¹⁴ est tout à fait pertinent sauf lorsque les actifs considérés sont "massivement non-gaussiens" ou que les investisseurs sont prêts à accepter une forte baisse de la rentabilité pour obtenir des niveaux de skewness ou de kurtosis particuliers.

Arditti (1967³¹⁵ et 1971³¹⁶) a montré la préférence des investisseurs individuels pour les actifs dont la distribution des rentabilités est caractérisée par un skewness positif. Roger (2009)³¹⁷ confirme ce résultat en utilisant comme support des obligations à tirage (*lottery bonds*). Il montre que, face à un choix de titres dont la distribution est asymétrique, les participants privilégient celui dont le skewness est le plus élevé bien que ce choix implique l'acceptation d'une variance plus forte.

Comme le rappellent Maillet et Merlin (2009), il est par ailleurs couramment admis que les investisseurs privilégient les actifs dont la distribution des rentabilités est platykurtique (kurtosis inférieur à trois).

L'aspect comportemental, en particulier le sentiment de marché, n'est pas vraiment pris en compte dans les hypothèses de ces nouveaux modèles. Au contraire, la plupart enferment le comportement de l'investisseur dans d'étroites limites.

³¹² Maillet B. et Merlin P. (2009, loc. cit.).

³¹³ Luenberger D., *Microeconomic Theory*, 1995 McGraw-Hill, New-York.

³¹⁴ Markowitz H. (1952, loc. cit.).

³¹⁵ Arditti F. D., "Risk and the required return on equity", in *Journal of Finance*, 1967, n° 22.

³¹⁶ Arditti F. D., "Another look at mutual fund performance", in *Journal of Financial Quantitative Analysis*, 1971, n° 6.

³¹⁷ Roger P., *Testing alternative theories of financial decision making: an experimental study with lottery bonds*, 2009, working paper, lab. LARGE, Université de Strasbourg.

3.1.4 - Conclusion

Dans cette section, nous avons vu qu'il est maintenant couramment admis que, sur les marchés financiers, les rentabilités ne sont pas distribuées selon une loi normale. En soi, ce n'est pas une remise en cause de la théorie de l'efficience des marchés. Par exemple, la martingale ne crée aucune contrainte sur les moments centrés d'ordres supérieurs.

D'un autre côté, les heuristiques ou la neuroéconomie permettent de mettre en évidence les limites de la rationalité des investisseurs et donc la pertinence de l'approche comportementale.

Nous allons, dans les sections suivantes, essayer de rapprocher les deux phénomènes en tentant d'établir un lien entre les skewness et kurtosis d'une part et, d'autre part, le sentiment de marché. En d'autres termes, il s'agira de déterminer si l'on peut voir les moments centrés d'ordres trois et quatre comme des indicateurs de sentiment.

3.2 - Corrélations, fonction sentiment et modèles multi-agents

L'objet de cette section est la recherche de causes comportementales à la présence de skewness et kurtosis dans la distribution des rentabilités des actifs financiers. Pour cela, nous commencerons par un calcul de corrélation entre ces moments centrés et deux indicateurs de sentiment. Nous présenterons ensuite la fonction sentiment de Shefrin (2008)³¹⁸ et plusieurs modèles multi-agents.

3.2.1 – Skewness et kurtosis : sont-ils corrélés avec les indicateurs habituels de sentiment ?

La recherche de corrélation est une première étape extrêmement courante lorsque l'on veut établir un lien entre deux phénomènes. Nous en avons fait le point de départ de notre recherche de lien entre sentiment de marché d'une part et skewness et kurtosis d'autre part.

L'étude des indicateurs de sentiment faite dans la première partie montre qu'aucun mode de mesure ne s'impose vraiment. Nous avons retenu pour cette recherche de corrélation le put call ratio du CBOE et le *State Street investor confidence index* en raison de la disponibilité des données et de leur fréquente utilisation par les praticiens. Le marché support de cette étude est celui des actions américaines représenté par l'indice Standard and Poor's 500 (SP 500). Le calcul des moments centrés est fait à partir des rentabilités journalières, pour chaque trimestre civil.

Le *State Street investor confidence index*³¹⁹ est disponible depuis janvier 2000, ce qui a déterminé la date de début de la période d'étude. Il est publié une fois par mois, le put call ratio du CBOE chaque jour³²⁰. Les skewness et kurtosis ont été calculés à chaque fin de trimestre civil. Pour obtenir des données comparables, nous avons fait à chaque

³¹⁸ Shefrin H. (2008, op. cit.).

³¹⁹ Données disponibles à l'adresse :

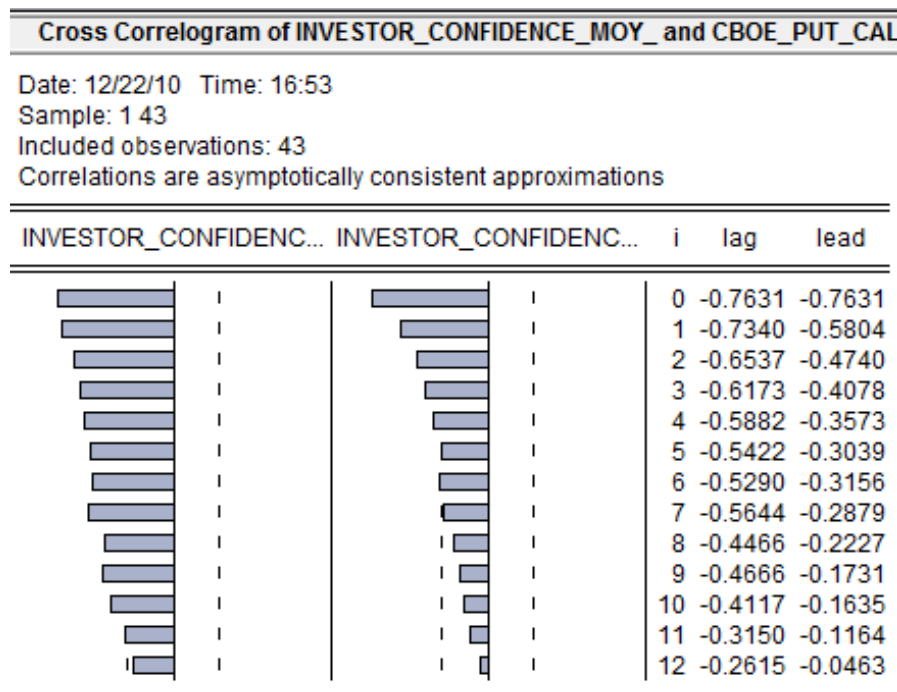
http://internet.statestreet.com/industry_insights/investor_confidence_index/historicaldata_fr.pdf, page consultée le 22 décembre 2010.

³²⁰ Données disponibles à l'adresse : <http://www.cboe.com/data/putcallratio.aspx> , page consultée le 28 novembre 2010.

fin de trimestre civil des moyennes des indicateurs de sentiment avec toutes les valeurs des trois derniers mois. La période d'étude s'arrête au 30 septembre 2010.

La corrélation entre le put call ratio du CBOE et le *State Street investor confidence index* (figure 3.3) est très forte puisque r est égal à -0.7631 . Ce résultat est en phase avec leur similitude de construction : ils mesurent tous les deux le sentiment des investisseurs, essentiellement professionnels, au travers de leurs actes.

Figure 3.3 : corrélogramme *State Street investor confidence index* et CBOE put call ratio



Les figures 3.4 à 3.7 permettent de mettre en évidence le niveau des corrélations entre le skewness, le kurtosis et les indicateurs de sentiment retenus. Toutes ces séries sont stationnaires selon les résultats du test de Dickey-Fuller augmenté³²¹ (voir annexe I).

³²¹ Le test de Dickey-Fuller augmenté est présenté dans le chapitre IV.

Figure 3.4 : corrélogramme skewness et *State Street investor confidence index*

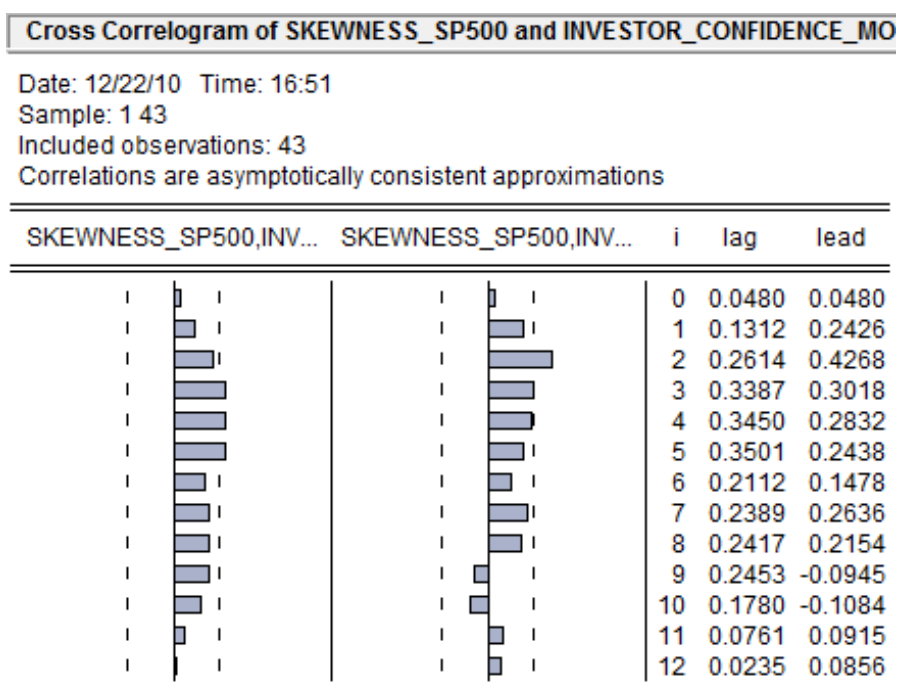


Figure 3.5 : corrélogramme kurtosis et *State Street investor confidence index*

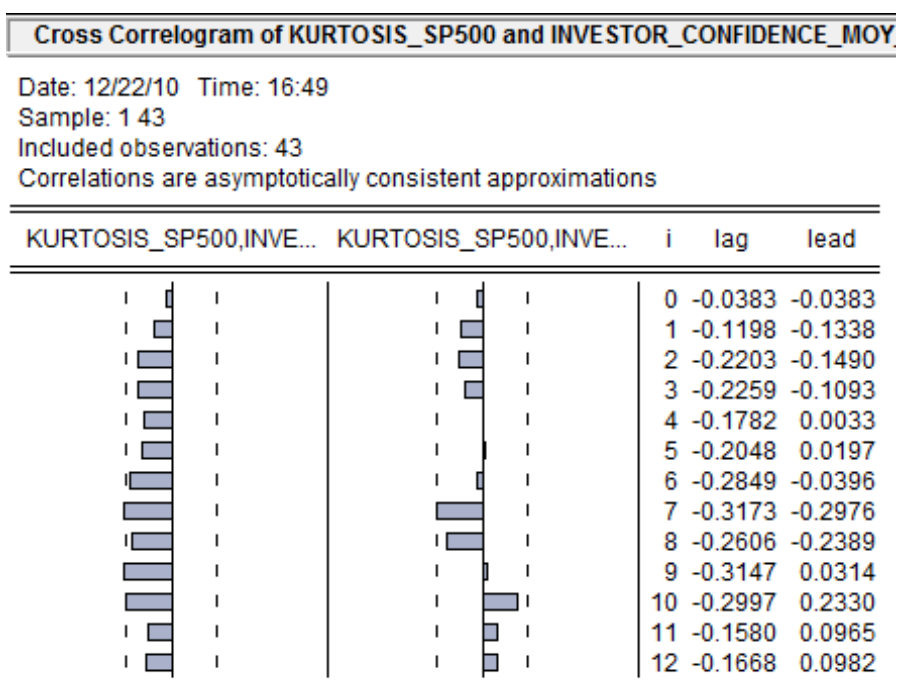


Figure 3.6 : corrélogramme skewness et CBOE put call ratio

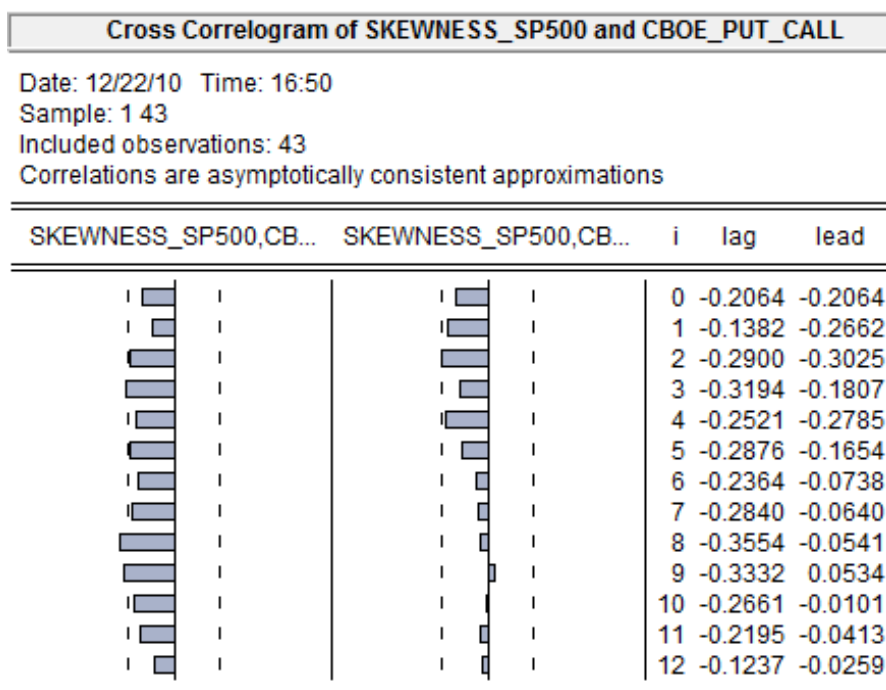
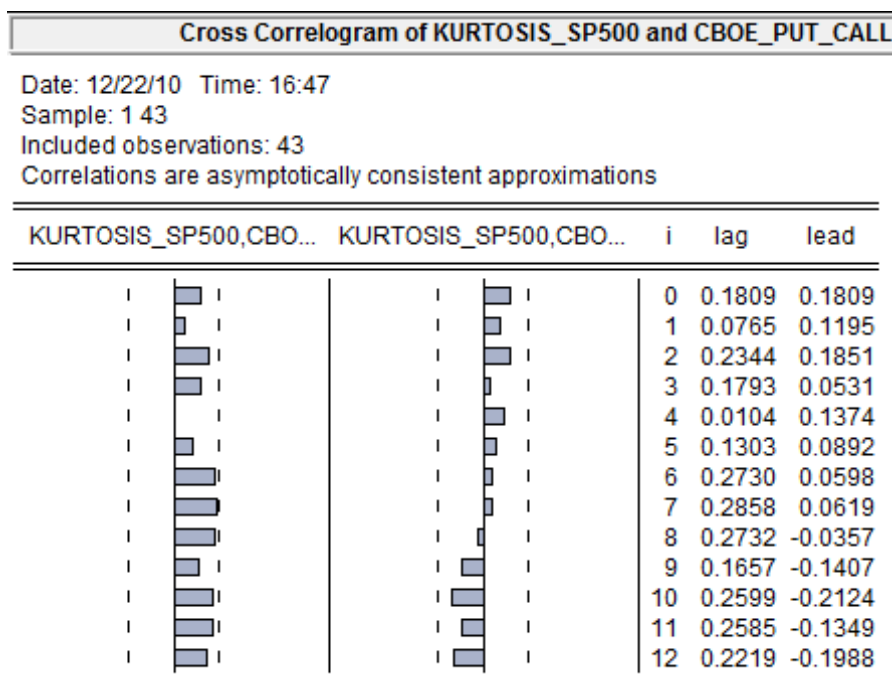


Figure 3.7 : corrélogramme kurtosis et CBOE put call ratio



Les corrélations entre les moments centrés d'ordre supérieur et les indicateurs de sentiments sont très faibles. En revanche, l'introduction de retard ou d'avance d'une variable par rapport à l'autre permet dans trois cas sur quatre de faire apparaître des coefficients significatifs. Par exemple, le coefficient de corrélation entre le skewness du SP 500 et le put call ratio du CBOE (figure 3.6) est significatif si on introduit un retard de trois, huit ou neuf périodes ou une avance de deux périodes. Il semble donc que le skewness et, dans une moindre mesure, le kurtosis reprennent, au moins pour partie, des informations contenues dans les indicateurs de sentiment.

Nous avons vu dans le chapitre II que les indicateurs de sentiments directs et indirects sont souvent corrélés (Brown et Cliff, 2004³²²). Multiplier les recherches de corrélation entre moments centrés d'ordre supérieur et indicateurs de sentiment ne semble donc pas une voie très prometteuse. Nous préférons poursuivre cette recherche en étudiant la fonction sentiment, qui permet de mettre en évidence le lien entre psychologie des intervenants et distribution des rentabilités.

3.2.2 – L'impact de la psychologie sur la distribution des rentabilités vu au travers de la fonction sentiment

L'ensemble de cette section s'appuie sur les travaux de Shefrin (2008)³²³ qui a développé la fonction sentiment afin de mettre en évidence le fait que le sentiment de marché doit être appréhendé au travers de son impact sur la distribution des rentabilités. Le limiter à des excès d'optimisme ou de pessimisme est en effet une simplification abusive.

En pratique, pour construire la fonction sentiment, Shefrin utilise un système à deux investisseurs, chacun d'eux ayant une fonction d'utilité logarithmique et un coefficient d'actualisation lié au temps égal à 1. Il prend comme référence le taux de croissance brut de la consommation, mesure habituelle de l'activité économique, supposée être indépendante de l'activité des investisseurs. Par hypothèse, c'est une variable discrète distribuée selon un processus log-normal de moyenne 0,87 % et d'écart-type 0,86 %. Shefrin considère que la croissance brute de la consommation anticipée par les

³²²Brown G. W. et Cliff M. T. (2004, loc. cit.).

³²³ Shefrin H. (2008, op. cit.).

investisseurs prend aussi la forme d'une distribution log-normale dont les paramètres évoluent en fonction de leur sentiment (optimisme, pessimisme, ...).

Il compare ensuite ces deux distributions en faisant la différence, pour chaque valeur du taux de croissance brute de la consommation, entre sa fréquence tirée de la distribution anticipée par les investisseurs et sa fréquence réelle, issue de la distribution décrite ci-dessus.

Si les investisseurs sont rationnels, la distribution qu'ils anticipent est identique à la distribution réelle. L'erreur moyenne est donc nulle.

Reprenant Shefrin, nous préciserons dans la suite de cette étude la forme de la fonction sentiment selon que les investisseurs sont optimistes, pessimistes ou surconfiants. Suivant la méthodologie que nous venons de décrire, chaque sentiment des investisseurs correspond à des caractéristiques particulières de la distribution du taux de croissance brute de la consommation.

3.2.2.1 – Optimisme et pessimisme

Comme premier exemple, Shefrin (2008)³²⁴ considère que les deux investisseurs sont trop optimistes en anticipant une distribution caractérisée par une moyenne de 0,96 % (réel 0,87 %) et un écart-type égal à 0,86 %, donc conforme à la réalité. La distribution anticipée est décalée à droite par rapport à la distribution réelle. La fonction sentiment, écart entre fréquence réelle et fréquence attendue, est une droite croissante, négative pour les valeurs les plus faibles, positive pour les valeurs les plus fortes (voir figure 3.8). Naturellement, la fonction sentiment est positive pour les valeurs les plus faibles, négative pour les valeurs les plus fortes lorsque les deux investisseurs sont excessivement pessimistes en anticipant une distribution de moyenne 0,79 % au lieu de 0,87 % (voir figure 3.9).

³²⁴ Shefrin H. (2008, op. cit.).

Dans les figures 3.8 à 3.12, l'unité utilisée pour l'axe des abscisses est la consommation anticipée en niveau avec comme référence une base 100 (dernier chiffre connu).

Figure 3.8 : fonction sentiment lorsque les investisseurs sont excessivement optimistes
(source : Shefrin, 2008³²⁵)

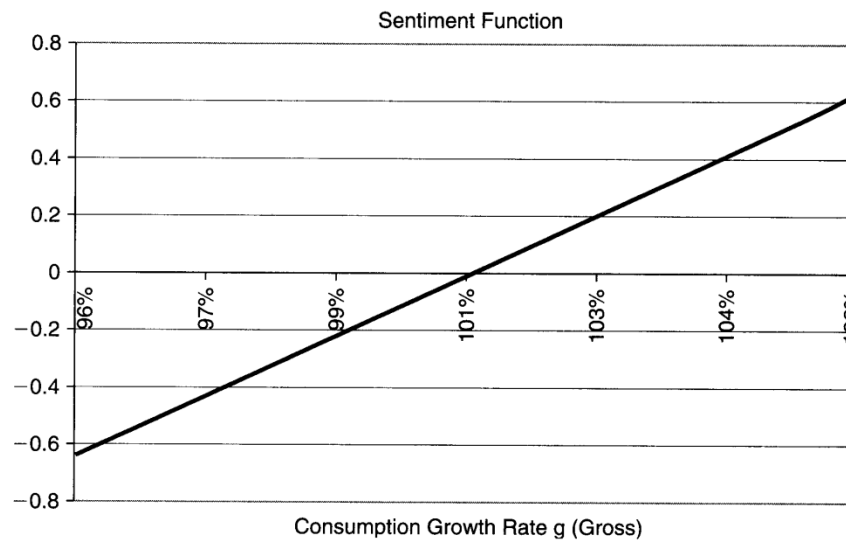
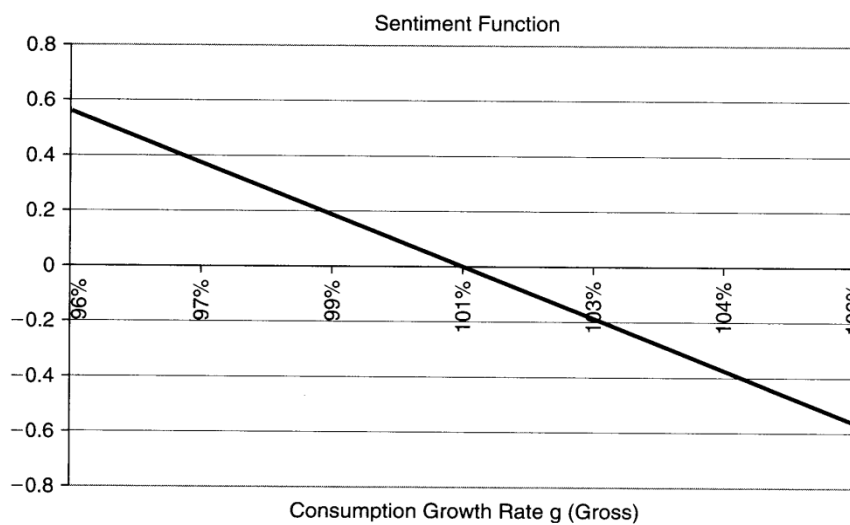


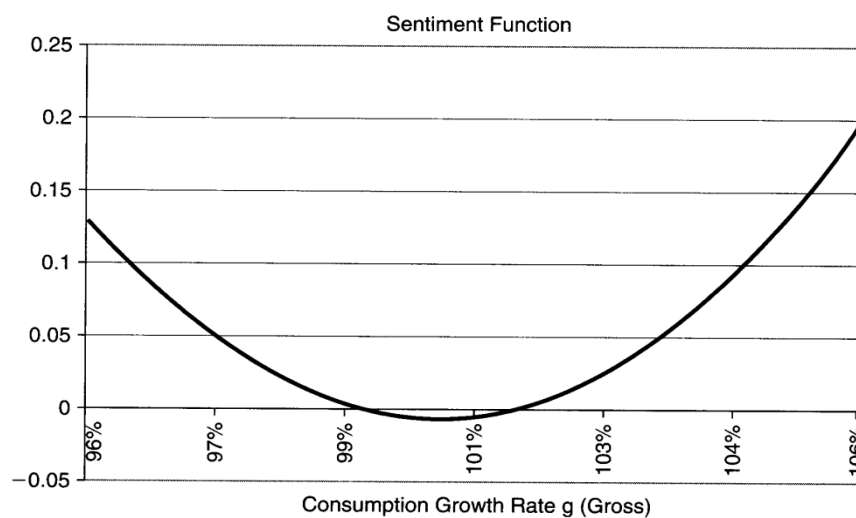
Figure 3.9 : fonction sentiment lorsque les investisseurs sont excessivement pessimistes
(source : Shefrin, 2008)



³²⁵ Shefrin H. (2008, op. cit.).

La figure 3.10 met en évidence la situation lorsqu'un investisseur est trop optimiste et que l'autre est trop pessimiste. La fonction sentiment synthétise les opinions divergentes des investisseurs individuels en prenant la forme d'un U. Du fait de la distribution bimodale des anticipations, les erreurs sont concentrées aux extrémités de la distribution.

Figure 3.10 : fonction sentiment lorsqu'un investisseur est excessivement optimiste et que l'autre est trop pessimiste (source : Shefrin, 2008³²⁶)



3.2.2.2 – Surconfiance

Si optimisme et pessimisme se traduisent par une mauvaise appréciation de la moyenne de la distribution, la surconfiance implique simultanément une estimation erronée du risque que mesure l'écart-type.

La figure 3.11 met en évidence la fonction sentiment lorsque les investisseurs sont trop optimistes et surconfiants, ce qui les conduit à surestimer la moyenne de la distribution et à sous-estimer son écart-type en anticipant des valeurs respectives de 0.96 % et 0.83 %. La figure 3.12 illustre la situation lorsque pessimisme et surconfiance dominant, conduisant les investisseurs à anticiper des valeurs de 0.79 % pour la

³²⁶ Shefrin H. (2008, op. cit.).

moyenne de la distribution et 0.83 % pour son écart-type. A nouveau, les erreurs sont concentrées sur les extrémités de la distribution, on notera aussi de nettes asymétries, surtout dans le dernier cas étudié.

Figure 3.11 : fonction sentiment lorsque les investisseurs sont surconfiants et optimistes
(source : Shefrin, 2008³²⁷)

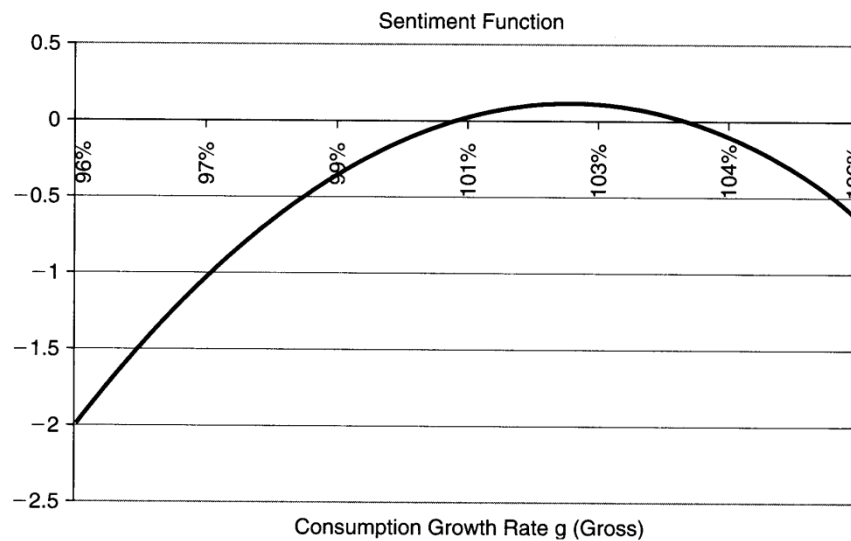
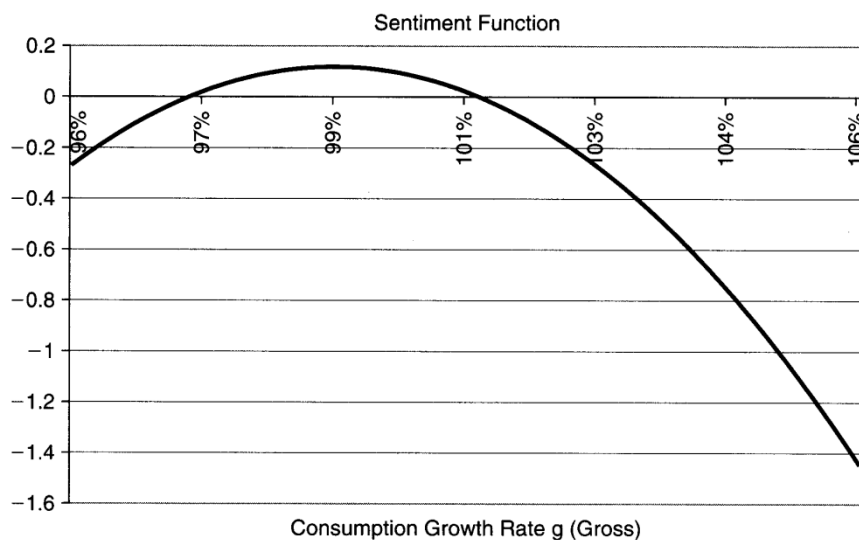


Figure 3.12 : fonction sentiment lorsque les investisseurs sont surconfiants et pessimistes
(source : Shefrin, 2008)



³²⁷ Shefrin H. (2008, op. cit.).

3.2.2.3 – Conclusion

Les exemples étudiés dans cette section montrent bien que le sentiment de marché engendre des erreurs plus importantes sur les extrêmes de la distribution. Les investisseurs ont plus de mal à bien anticiper les rentabilités extrêmes. Si l'on excepte la situation dans laquelle ils sont pour partie excessivement optimistes et pour partie excessivement pessimistes (figure 3.10), ils en sous-estiment la probabilité, au moins sur l'un des côtés de la distribution. Lorsque la fonction étudiée, comme c'est le cas pour la croissance de la consommation, est orthogonale par rapport à l'activité des investisseurs, l'impact se limite à une erreur d'anticipation. En revanche, la situation est différente quand il s'agit des marchés financiers sur lesquels interviennent les investisseurs. En effet, le sentiment est à l'origine des opérations réalisées et donc du comportement des cours qui lui-même change le sentiment de marché. Il y a donc interaction entre sentiment et distribution des rentabilités.

De manière empirique, on considère que la distribution des rentabilités sur la plupart des marchés est leptokurtique. La fréquence relative des rentabilités extrêmes (et des rentabilités proches de la moyenne) est donc plus forte que dans une distribution normale (kurtosis supérieur à trois). On peut rapprocher leptokurticité et fonction sentiment dans les situations suivantes : volonté de sortir à tout prix du marché suite à une évolution des cours imprévue (par exemple par des ordres stop au seuil identique défini par un niveau chartiste), effets de feed-back trading conjugués à une liquidité imparfaite du marché (par exemple, lors d'un retournement brutal des anticipations après une phase d'euphorie, surtout si peu d'investisseurs interviennent significativement sur le marché concerné).

Il est toutefois difficile de formaliser ce lien et justifier l'asymétrie des distributions sans utiliser des modélisations de marché. Ce sera l'objet de la suite de ce développement au travers des modèles multi-agents.

3.2.3 - Les modèles multi-agents

Les modèles multi-agents ont pour but de comprendre le fonctionnement des marchés en modélisant leur microstructure. Si les premières simulations ont été faites par des économistes comme Stigler (1964)³²⁸, ce sont généralement des chercheurs en physique qui ont développé les modèles multi-agents à l'intérieur d'une nouvelle discipline : l'écono-physique (néologisme attribué à Stanley (1999)³²⁹). Comme le remarquent Samanidou et al. (2007)³³⁰, l'influence de la physique sur l'économie est très ancienne puisque Walras ou Pareto se sont inspirés des travaux de Newton.

La plupart des modèles multi-agents ont pour but de donner une explication comportementale aux "faits stylisés" en reproduisant artificiellement ce qui est constaté empiriquement lors de l'étude des marchés. Ils prennent par exemple en compte la présence de chartistes alors que ces intervenants étaient habituellement négligés au motif qu'ils étaient supposés être éliminés rapidement du marché en raison des pertes occasionnées par leur comportement irrationnel. Le niveau variable de mimétisme des intervenants ou leur capacité d'apprentissage en fonction des erreurs passées sont aussi fréquemment pris en compte.

Un des premiers modèles multi-agents a été proposé en 1989 par Kim et Markowitz³³¹. Suite au krach de 1987, il avait pour but de mettre en évidence le lien entre la part des investisseurs qui avaient des stratégies d'assurance de portefeuille et la volatilité du marché. Le premier modèle élaboré par des économistes et des physiciens et basé sur le comportement des intervenants est celui de Levy, Levy et Solomon présenté en 1994³³². Dans ce modèle, les agents doivent investir la totalité de leurs avoirs dans des actions ou dans des obligations (considérées comme un investissement sans risque). Les séries de données générées par les modèles de Kim et Markowitz d'une part et de Levy, Levy et Solomon d'autre part sont assez éloignées de la réalité, ce qui n'est pas très étonnant

³²⁸ Stigler G. J., "Public regulation of the securities market" in *Journal of Business*, 1964, 37.

³²⁹ Mantegna R. et Stanley H.E., *An introduction to econophysics: correlations and complexity in finance*, 1999, Cambridge University Press.

³³⁰ Samanidou E., Zschischang E., Stauffer D., Lux T., "Agent-based models of financial markets" in *Reports on Progress in Physics*, 2007.

³³¹ G. Kim and H. M. Markowitz, "Investment rules, margin and market volatility" in *Journal of Portfolio Management*, 1989, 16.

³³² Levy M., Levy H. et Solomon S., "A microscopic model of the stock market: cycles, booms, and crashes" in *Economic Letters*, 1994, 45.

puisque ces outils ont surtout été conçus pour comprendre les phénomènes de bulles et de krachs. En 1995, Orléan³³³ propose un modèle visant à mieux comprendre les effets d'apprentissage collectif au sein d'un groupe d'agents en interaction dans un environnement incertain.

Nous présentons dans les sections suivantes trois modèles multi-agents choisis en raison de leur contribution à notre recherche de lien entre la forme de la distribution des rentabilités et le sentiment de marché. Il s'agit de ceux de Bouchaud et Cont (2000)³³⁴, de Lux et Marchesi (2000)³³⁵ et de Sornette et Zhou (2006)³³⁶.

3.2.3.1 – Le modèle de Bouchaud et Cont

Le modèle de Bouchaud et Cont (2000) est basé sur l'idée que les participants à un marché forment de manière aléatoire, pour chaque actif, des groupes appelés "clusters". Les membres d'un groupe ont une stratégie commune (acheter, vendre ou ne pas intervenir), ne font pas d'opérations entre eux, ont une anticipation identique des rentabilités à venir et donc une demande identique (ϕ_i). Pour illustrer la notion de cluster, on peut prendre l'exemple d'un groupe d'investisseurs qui participent à un fonds de placement. Chaque groupe fait des opérations avec les autres groupes au travers d'un marché centralisé.

Soit un marché avec N agents (de i égal un à N) sur lequel le prix de l'actif traité à l'instant t est noté $p(t)$. A chaque période, l'agent est acheteur, vendeur ou neutre (pas d'opération) pour une quantité égale à une unité. La variable ϕ_i est aléatoire, elle représente la demande de l'agent i , elle peut prendre les valeurs -1, 0, 1 selon que l'agent est respectivement vendeur, neutre ou acheteur.

³³³ Orléan A., "Bayesian interactions and collective dynamics of opinion: herd behavior and mimetic contagion" in *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1995, vol. 28.

³³⁴ Bouchaud J.P. et Cont R., "Herd behavior and aggregate fluctuations in financial markets" in *Macroeconomic Dynamics*, 2000, 4.

³³⁵ Lux T. et Marchesi M., "Volatility clustering in financial markets: a microsimulation of interacting agents" in *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 2000, vol. 3, n°4.

³³⁶ Sornette D. et Zhou W. X., "Importance of positive feedbacks and overconfidence in a self-fulfilling Ising model of financial markets" in *Physica A*, 2006, 370.

L'excès de demande à l'instant t est calculé de la manière suivante :

$$D(t) = \sum_{i=1}^N \phi_i(t) \quad (3.10)$$

La demande de l'agent est supposée être symétrique, donc :

$$P(\phi_i = +1) = P(\phi_i = -1) = a \text{ et } P(\phi_i = 0) = 1 - 2a \quad (3.11)$$

avec,

$$a = \frac{n_{\text{order}}}{2N} \quad (3.12)$$

n_{order} représente le nombre d'ordres de bourse arrivant sur le marché par unité de temps. Il est par hypothèse fini même quand $N \rightarrow +\infty$. Seul un nombre fini de traders peut donc opérer simultanément.

Excès de demande et rentabilité de l'actif peuvent être liés en supposant que le prix de l'actif va monter si l'excès de demande est positif, baisser dans le cas contraire, et en prenant comme hypothèse une proportionnalité entre excès de demande et mouvement des prix.

La formule 3.13 met en évidence l'impact de la demande sur le prix et néglige donc d'autres facteurs de variations des cours. La validité du modèle est par conséquent limitée au court terme (données *intraday*, ...). La linéarité supposée de la relation entre variation de prix et évolution de la demande oblige à considérer que l'excès de demande fluctuera peu.

$$\Delta p = p_{t+1} - p_t = \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^N \phi_i(t) \quad (3.13)$$

avec λ l'excès de demande nécessaire pour obtenir un mouvement de prix (p) d'une unité. En d'autres termes, λ peut être considéré comme la profondeur du marché, c'est-à-dire le volume de titres disponibles à un prix donné ou à proximité immédiate de ce prix.

Pour construire la distribution des rentabilités d'une action à partir de la formule 3.13, il faut agréger la distribution des différentes demandes Φ_i . Si on prend comme hypothèse des agents indépendants en grand nombre, la distribution agrégée sera une loi normale. Dans la pratique, les agents ne sont pas indépendants, ils communiquent et interagissent. Pour introduire cet élément dans le modèle, Kirman (1983³³⁷ et 1996³³⁸) considère que la structure de cette communication est stochastique. Bouchaud et Cont (2000)³³⁹ préfèrent s'appuyer sur la notion de groupe ou cluster définie précédemment. La formule 3.14 permet de formaliser leur modèle.

$$\Delta p = \frac{1}{\lambda} \sum_{\alpha=1}^{n_c} W_{\alpha} \phi_{\alpha}(t) = \frac{1}{\lambda} \sum_{\alpha=1}^{n_c} X_{\alpha} \quad (3.14)$$

avec :

W_{α} : dimension du cluster α ,

$\phi_{\alpha}(t)$: demande d'un agent du cluster α ,

n_c : nombre de clusters,

$X_{\alpha} = W_{\alpha} \phi_{\alpha}$,

Δp : variation de prix entre t-1 et t.

En prenant comme hypothèse une probabilité de relation entre agents égale pour tout couple d'agents, les auteurs définissent une variable c qui mesure le degré de mimétisme. Ce paramètre, proche de 1, est par construction inférieur au sens strict à cette valeur. Plus c est proche de 1, plus la tendance au mimétisme est forte.

La formule 3.15 (Bouchaud et Cont, 2000) donne la formule de calcul du kurtosis, fonction de la distribution de la taille des clusters.

³³⁷ Kirman A., "Communication in markets: a suggested approach" in *Economic letters*, 1983, 12.

³³⁸ Kirman A., Interaction and markets, working paper, GREQAM, 1996.

³³⁹ Bouchaud J.P. et Cont R. (2000, loc. cit.).

$$\kappa(D) = \frac{2c+1}{n_{order}\left(1-\frac{c}{2}\right)A(c)(1-c)^3} \quad (3.15)$$

avec,

$\kappa(D)$: kurtosis de la distribution,

$A(c)$: constante de normalisation proche de 1.

On voit que le kurtosis augmente lorsque le nombre d'ordres diminue, ce qui est en phase avec ce que l'on observe sur les marchés (augmentation de la fréquence des variations fortes lorsque l'activité est réduite). Plus important pour notre recherche de lien entre kurtosis et sentiment de marché, la formule 3.15 permet d'établir un lien entre mimétisme et kurtosis. Le tableau 3.2 montre l'augmentation du kurtosis lorsque c tend vers 1 (n_{order} est égal à 10000 et $A(c)$ à 1).

Tableau 3.2 : kurtosis ($\kappa(d)$) en fonction du mimétisme (c) selon le modèle de Bouchaud et Cont (2000)

| | | | |
|-------------|-----|------|------|
| c | 0,9 | 0,95 | 0,98 |
| $\kappa(d)$ | 5 | 44 | 725 |

Le modèle multi-agents de Bouchaud et Cont (2000)³⁴⁰, bien que limité par construction à la modélisation du comportement des prix à court terme, met en évidence l'augmentation simultanée du mimétisme, composante du sentiment de marché, et du kurtosis. Le modèle multi-agent de Lux et Marchesi (2000)³⁴¹ permet également d'établir un lien entre mimétisme et kurtosis, ce sera l'objet de la suite de cette étude.

3.2.3.2 - Le modèle de Lux et Marchesi

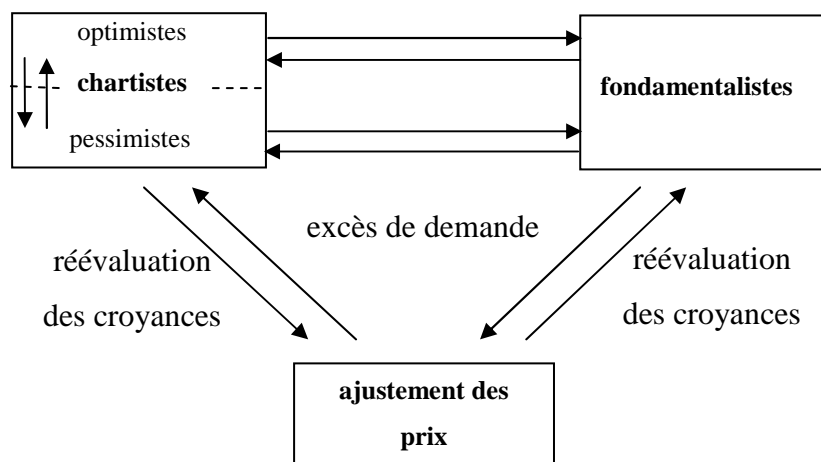
Le mimétisme chez les fourmis, utilisé dans diverses disciplines dont la sociologie, est à la base du modèle de Lux et Marchesi (2000). Il s'agit de formaliser la formation d'une

³⁴⁰ Bouchaud J.P. et Cont R. (2000, loc. cit.).

³⁴¹ Lux T. et Marchesi M. (2000, loc. cit.).

opinion chez les intervenants de marché qui sont répartis en deux groupes, fondamentalistes et chartistes (*noise traders*). Les chartistes sont séparés en deux sous-groupes, optimistes et pessimistes. Conformément à ce qui a été déterminé par une enquête (Goodhart, 1988³⁴²), ils utilisent différentes techniques chartistes et observent le comportement des autres intervenants, par exemple au travers des ordres placés sur le marché. Ceci les conduit à suivre les tendances du marché. Les fondamentalistes achètent une valeur lorsque son cours est inférieur au cours théorique. Les intervenants changent de groupe en fonction de la différence de gain entre leur stratégie et celle des autres groupes dans un passé récent. Par exemple, un fundamentaliste peut devenir *noise trader* pessimiste si les membres de ce groupe ont récemment fait plus de profit que lui. Le changement de groupe est aussi facilité par l'opinion dominante. La figure 3.13 montre la structure du modèle.

Figure 3.13 : représentation schématique du modèle de Lux et Marchesi (source : Samanidou et al., 2007³⁴³)



Soient N , n_c , n_f , n_+ , n_- respectivement le nombre de traders, *noise traders*, fondamentalistes, *noise traders* optimistes et *noise traders* pessimistes. p est le prix du marché, p_f la valeur fondamentale.

³⁴² Goodhart C., "The foreign exchange market: a random walk with a dragging anchor" in *Economica*, 1988, 55.

³⁴³ Samanidou E., Zschischang E., Stauffer D. et Lux T. (2007, loc. cit.).

Les probabilités de passage d'un groupe à l'autre sont notés π_{ab} avec a le groupe d'appartenance après changement et b le groupe de provenance. Les différents groupes sont nommés de la manière suivante :

- + : les chartistes optimistes,
- : les chartistes pessimistes,
- f : les fondamentalistes.

Ainsi, $\pi_{+-}\Delta t$ est la probabilité qu'un *noise trader* pessimiste devienne optimiste au cours de la période Δt . Les formules 3.16 à 3.19 (Samanidou et al., 2007) permettent de mettre en évidence les méthodes de calculs de ces probabilités.

$$\pi_{+-} = v_1 \frac{n_c}{N} \exp(U_1) \quad (3.16)$$

$$\pi_{-+} = v_1 \frac{n_c}{N} \exp(-U_1) \quad (3.17)$$

$$x = \frac{n_+ - n_-}{n_c} \quad (3.18)$$

$$U_1 = \alpha_1 x + \frac{\alpha_2}{v_1} \frac{dp}{dt} \frac{1}{p} \quad (3.19)$$

avec,

v_1 : fréquence à laquelle un trader évalue ses attentes, sert à normaliser la variation des prix,

α_1 : coefficient de sensibilité des *noise traders* au comportement des autres *noise traders* et plus généralement à leur environnement,

α_2 : mesures de fréquence du changement d'opinion des *noise traders*,

p : prix du marché.

Les déterminants du changement d'opinion des *noise traders* sont x , l'opinion des autres *noise traders*, et $(\frac{dp}{dt} \frac{1}{p})$ la tendance d'évolution des cours. x est calculé à l'aide de la formule 3.18.

$(\frac{dp}{dt} \frac{1}{p})$ est divisé par v_1 , la fréquence à laquelle un agent révisé ses attentes et donc sa stratégie. Ceci permet de prendre en compte le changement de prix moyen pour un intervalle de temps séparant deux révisions des attentes. Dans les formules 3.16 et 3.17, la proportion de *noise traders* parmi l'ensemble des intervenants est prise en compte car ils interagissent avec les fundamentalistes.

La probabilité de passage de l'un des groupes de *noise trader* à fondamentaliste (et inversement) est obtenue de la même manière. Soit π_{+f} , π_{f+} , π_{-f} et π_{f-} respectivement probabilités de transition de *noise trader* optimiste à fondamentaliste, de fondamentaliste à *noise trader* optimiste, de *noise trader* pessimiste à fondamentaliste, de fondamentaliste à *noise trader* pessimiste. Les formules 3.20 à 3.25³⁴⁴ formalisent le calcul de ces probabilités. Comme les précédentes, elles résultent des hypothèses de comportement des agents.

$$U_{2,1} = \alpha_3 \left\{ \frac{r + \frac{1}{v_2} \frac{dp}{dt}}{p} - R - s \cdot \left| \frac{p_f - p}{p} \right| \right\} \quad (3.20)$$

$$U_{2,2} = \alpha_3 \left\{ R - \frac{r + \frac{1}{v_2} \frac{dp}{dt}}{p} - s \cdot \left| \frac{p_f - p}{p} \right| \right\} \quad (3.21)$$

$$\pi_{+f} = v_2 \frac{n_+}{N} \exp(U_{2,1}) \quad (3.22)$$

$$\pi_{f+} = v_2 \frac{n_f}{N} \exp(-U_{2,1}) \quad (3.23)$$

$$\pi_{-f} = v_2 \frac{n_-}{N} \exp(U_{2,2}) \quad (3.24)$$

$$\pi_{f-} = v_2 \frac{n_f}{N} \exp(-U_{2,2}) \quad (3.25)$$

avec,

R : rendement moyen de l'ensemble des actifs dans l'économie considérée,

r : dividende de l'actif considéré,

³⁴⁴ Samanidou E., Zschischang E., Stauffer D. et Lux T. (2007, loc. cit.).

s : facteur d'actualisation dont la valeur est inférieure à 1 et qui permet de prendre en compte le fait que le profit des fundamentalistes (lié au retour à la valeur théorique) arrive plus tard que celui des chartistes,

v_2 : fréquence à laquelle un trader évalue sa stratégie, sert à normaliser la variation des prix,

α_3 : coefficient de sensibilité des traders au différentiel de profit de leur stratégie par rapport à celles des autres groupes.

Les deux fonctions U mesurent la différence de profit entre *noise traders* et fundamentalistes. Le premier terme représente le profit des chartistes, le second celui des fundamentalistes. Le profit des *noise traders* optimistes correspond à la hausse du marché $(\frac{dp}{dt} \frac{1}{p})$, normalisée grâce à v_2 , à laquelle on ajoute le dividende éventuel. Le montant du profit moyen des actifs dans l'économie est soustrait pour arriver à un excès de profit de la stratégie des chartistes. Cet excès de profit est comparé aux gains des fundamentalistes qui sont obtenus en faisant la différence entre le prix d'achat et la valeur fondamentale divisée par le prix d'achat. La rentabilité moyenne des actifs est supposée être prise en compte dans l'évaluation de la valeur fondamentale, Lux et Marchesi (2000)³⁴⁵ considèrent donc qu'il n'y a pas de retraitement à faire. La valeur absolue permet de simuler des stratégies de vente à découvert sur des titres surévalués. La durée généralement plus longue des opérations basées sur le retour à la valeur fondamentale conduit à utiliser s , facteur d'actualisation. $U_{2,1}$ est utilisée pour les chartistes optimistes, $U_{2,2}$ pour les chartistes pessimistes.

Les variations de prix sont, par hypothèse, la résultante du déséquilibre entre offre et demande.

Si on considère que les chartistes optimistes accroissent l'offre et les chartistes pessimistes la demande, l'excès de demande net des chartistes est mesuré par la formule 3.26.

$$ED_c = (n_+ - n_-)t_c \quad (3.26)$$

³⁴⁵ Lux T. et Marchesi M. (2000, loc. cit.).

avec t_c le volume moyen par transaction.

La demande des fundamentalistes est déterminée par la sensibilité à l'écart entre cours et valeur fondamentale, elle est formalisée grâce à la formule 3.27³⁴⁶.

$$ED_f = n_f \cdot \gamma \cdot \frac{p_f - p}{p} \quad (3.27)$$

avec γ paramètre de sensibilité des traders à l'écart entre cours et valeur fondamentale.

Lux et Marchesi (2000)³⁴⁷ montrent ensuite que la variation des prix peut-être définie grâce à la formule 3.28.

$$\frac{dp/dt}{p} = \beta \cdot (ED_c + ED_f) \quad (3.28)$$

avec β paramètre de vitesse de l'ajustement des prix.

Les variations logarithmiques des valeurs fondamentales sont distribuées selon une loi normale.

Pour tester ce modèle, Lux et Marchesi (2000) ont fait des simulations. Ne pouvant obtenir des valeurs empiriques pour les différents paramètres ($v_1, v_2, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$), ils les ont fixés de manière à obtenir des rentabilités en phase avec ce que l'on observe sur les marchés financiers. En particulier, la rentabilité logarithmique de chaque période ne devait pas dépasser 0,3. Le nombre d'intervenants sur le marché a été fixé à cinq cents, initialement répartis au hasard entre les différents groupes : fundamentalistes, chartistes optimistes et chartistes pessimistes. En pratique, le modèle a été appliqué sur trois mille périodes, ce qui a permis d'obtenir, pour chacune, la part des *noise traders* et la rentabilité.

Les rentabilités (figure 3.14) sont caractérisées par une alternance de phases de stabilité et des périodes de fortes variations avec formation implicite de clusters de volatilité. Cette structure des rentabilités correspond à ce que l'on constate de manière empirique

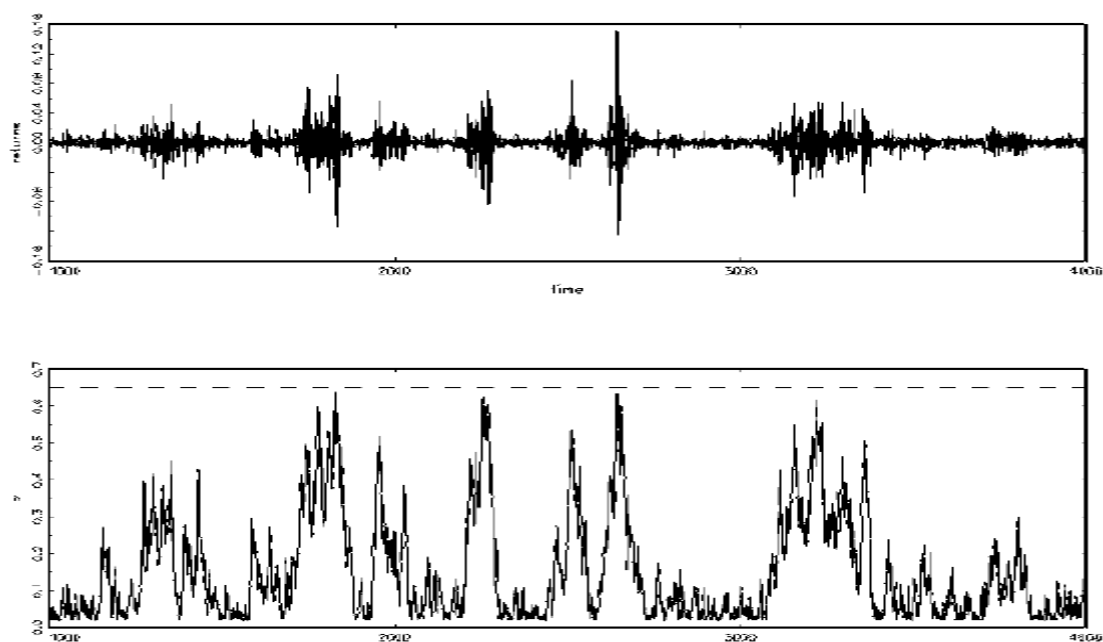
³⁴⁶ Samanidou E., Zschischang E., Stauffer D. et Lux T. (2007, loc. cit.).

³⁴⁷ Lux T. et Marchesi M. (2000, loc. cit.).

sur les marchés financiers. Fortes variations des rentabilités (graphique du haut) et augmentations de la part des chartistes (graphique du bas) sont simultanées. L'activité des *noise traders* telle qu'elle est appréhendée par le modèle, basée sur l'imitation des autres intervenants au travers de leur comportement ou de l'évolution des prix, tend à déstabiliser le marché. On peut toutefois remarquer que le marché revient à l'équilibre après un temps plus ou moins long.

Les simulations faites par Lux et Marchesi (2000)³⁴⁸ montrent que lorsque le sentiment des chartistes est neutre (optimisme et pessimisme au même niveau) et que les cours sont proches de la valeur fondamentale, l'évolution de l'appartenance des intervenants à l'un ou l'autre des groupes est aléatoire. En revanche, lorsque l'équilibre devient plus instable en raison d'une évolution des croyances, les investisseurs changent de groupe et la distribution des rentabilités logarithmiques devient leptokurtique. Comme celui de Bouchaud et Cont (2000)³⁴⁹ et malgré une structure très différente, le modèle de Lux et Marchesi (2000) montre donc, au travers du mimétisme, un lien entre le sentiment des intervenants et la leptokurticité de la distribution des rentabilités.

Figure 3.14 : simulation des rentabilités logarithmiques (partie haute) et part des chartistes parmi les intervenants (partie basse) (source : Lux et Marchesi, 2000)



³⁴⁸ Lux T. et Marchesi M. (2000, loc. cit.).

³⁴⁹ Bouchaud J.P. et Cont R. (2000, loc. cit.).

3.2.3.3 - Le modèle de Sornette et Zhou : application des travaux d'Ising à la finance

Initialement, le modèle d'Ising a été conçu pour décrire le comportement de particules de fer soumises à un champ magnétique. E. Callen et D. Shapero (1974)³⁵⁰ l'ont ensuite utilisé pour analyser le comportement de groupes sociaux organisés. Vaga (1974)³⁵¹ a été le premier à appliquer ce modèle aux marchés financiers. Plusieurs variantes ont suivi. Nous détaillerons l'étude réalisée par Sornette et Zhou (2006)³⁵² à partir du modèle développé par Gonçalves³⁵³.

Les investisseurs achètent ou vendent un actif en basant leur décision sur trois facteurs :

- l'imitation des décisions prises par les autres agents,
- l'actualité,
- le jugement idiosyncrasique.

Leur tendance à imiter les autres investisseurs est variable selon que l'actualité récente a ou non été un facteur pertinent pour expliquer les variations du prix de l'actif traité.

Deux scénarios sont envisagés :

- l'ajustement du comportement selon l'actualité est rationnel,
- l'agent fait une évaluation erronée de la capacité de l'actualité à expliquer les rentabilités dans un passé récent et donne donc une importance plus grande à l'imitation des autres investisseurs (ajustement du comportement irrationnel).

La formule 3.29 permet de formaliser $S_i(t)$. Pour toute valeur de t , chaque agent i place un ordre d'achat si $S_i(t)$ est égale à 1, un ordre de vente si $S_i(t)$ est égale à -1.

³⁵⁰ Callen E. et Shapero D., "A theory of social imitation" in *Physics Today*, 1974, July.

³⁵¹ Vaga T., "Stock market fluctuations" in *Physics Today*, 1974, 27.

³⁵² Sornette D. et Zhou W. X. (2006, loc. cit.).

³⁵³ Gonçalves C. "P., Artificial financial market model", accessible à l'adresse : <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/Artificial%20Financial%20Market>, page consultée le 16/02/2011.

$$S_i(t) = \text{sign}[\sum_{j \in P} K_{ij}(t)E(s_j)(t) + \sigma_i G(t) + \varepsilon_i(t)] \quad (3.29)$$

avec,

sign : fonction qui renvoie +1 (achat) si l'argument est positif, -1 (vente) s'il est négatif,

K_{ij} : influence du comportement de l'investisseur j sur l'agent i,

$E(s_j)(t)$: décision de j telle qu'attendue par i à l'instant t,

P : ensemble des agents en relation directe avec i,

$G(t)$: impact d'une nouvelle $I(t)$ sur la décision de l'agent i, $I(t)$ suit une distribution normale, $G(t) = 1$ si $I(t) > 0$ (bonne nouvelle), $G(t) = -1$ si $I(t) < 0$ (mauvaise nouvelle),

σ_i : sensibilité de l'agent i aux informations,

$\varepsilon_i(t)$: variable de prise en compte de l'hétérogénéité des agents (idiosyncrasie), distribuée selon une loi normale de moyenne 0.

Les variations de prix peuvent être calculées grâce aux formules 3.30 et 3.31.

$$p(t) = p(t - 1)\exp [r(t)] \quad (3.30)$$

$$r(t) = \frac{\sum_{i \in P} S_i(t)}{\lambda N} \quad (3.31)$$

avec :

λ : constante qui caractérise la liquidité,

N : nombre de traders dans P,

$r(t)$: rentabilité en t.

Les influences entre agents (K_{ij}) sont calculées à l'aide de la formule 3.32.

$$K_{ij} = b_{ij} + \alpha_i K_{ij}(t - 1) + \beta r(t - 1) G(t - 1) \quad (3.32)$$

avec,

b_{ij} : influence de j sur i en l'absence de tout autre effet,

α_i : coefficient (positif) qui permet de prendre en compte la diminution de l'impact des anciennes influences,

β : coefficient de pondération de l'influence du lien entre actualité et rentabilité passées,

$r(t - 1)$: rentabilité en $t - 1$,

$G(t - 1)$: actualité en $t - 1$ connue entre $t - 2$ et $t - 1$.

Le dernier terme de la formule 3.32 permet de prendre en compte la propension de l'agent à l'imitation en fonction du lien passé entre information et rentabilité. Si r et G sont de même signe et si β est négatif, K_{ij} diminuera de plus en plus au fil du temps en raison de la prise en compte de $K_{ij}(t - 1)$ lors de chaque calcul. La baisse progressive de ce coefficient indique une baisse de l'influence de l'imitation dans la prise de décision (cf. formule 3.29). Lorsque β est négatif, les agents ont des anticipations rationnelles. Au contraire, si β est positif (évaluation erronée de la capacité de l'actualité à expliquer les rentabilités dans un passé récent), K_{ij} croîtra au fil du temps. Ceci signifie que, lorsque l'agent i est irrationnel en ne pondérant pas correctement l'influence des nouvelles sur les rentabilités, l'imitation devient prépondérante dans sa prise de décision. Sornette et Zhou (2006)³⁵⁴ remarquent que r et G sont liés par une simple multiplication. Cette hypothèse permet de simplifier le modèle mais l'éloigne certainement un peu de la réalité.

Sornette et Zhou (2006) ont naturellement fait des simulations pour vérifier de manière empirique que la distribution des rentabilités données par le modèle correspond à celle constatée sur les marchés. La capacité du modèle à reproduire les faits stylisés, par exemple à produire des rentabilités dont la distribution est leptokurtique, est un élément incontournable pour sa validation. Ceci n'a pu être obtenu que pour des valeurs de β supérieures à 0. En d'autres termes, le modèle reproduit des données proches de la réalité seulement si on intègre un comportement irrationnel des agents. C'est un nouvel élément qui permet de mettre en rapport sentiment des opérateurs et kurtosis.

Au final, même si les modélisations proposées ne sont justifiées que par la conformité des rentabilités obtenues avec celles que l'on peut observer de manière empirique sur les marchés, les trois modèles multi-agents détaillés mettent en évidence le lien entre le kurtosis de la distribution des rentabilités et la psychologie des opérateurs.

³⁵⁴ Sornette D. et Zhou W. X (2006, loc.cit.).

Au-delà de leurs constructions spécifiques, les modèles multi-agents quantifient l'impact des relations entre les investisseurs ou entre des groupes d'investisseurs au comportement homogène. On peut aussi imaginer un modèle quantifiant l'impact de l'information sur les décisions des agents et donc sur les rentabilités. Dans une étude de 2004, Alles³⁵⁵ explore cette autre voie. Ce sera l'objet de la section suivante.

³⁵⁵ Alles L. (2004, loc. cit.).

3.3 - Informations, incertitude et non-normalité des rentabilités

Si l'asymétrie de la distribution des rentabilités des actifs financiers a souvent été remarquée, peu d'explications ont été proposées. Alles et Kling (1994)³⁵⁶ ont mis en évidence un lien entre niveau de skewness et cycles boursiers. Plus précisément, ils ont montré qu'entre 1962 et 1989 le skewness du NYSE index était de -2,25 pendant les marchés haussiers et 0,307 pendant les marchés baissiers. De la même manière, de 1972 à 1989, le skewness du Nasdaq index était respectivement égal à -2,13 et -1,28.

Afin de compléter les résultats ci-dessus en testant d'une autre manière la sensibilité des moments d'ordre supérieur aux conditions économiques, nous avons, en utilisant un historique des valeurs journalières du SP 500, du 03/01/1950 au 30/09/2010, comparé les moyennes des valeurs du skewness puis du kurtosis, calculés par trimestre civil, pendant les périodes d'expansion économique et pendant les périodes de récession, telles que définies par le *National Bureau of Economic Research* (NBER)³⁵⁷. Même si les cycles économiques et les cycles boursiers ne sont pas identiques, les résultats (tableau 3.3) tendent à confirmer ceux d'Alles et Kling concernant le skewness. En revanche, le kurtosis paraît être peu sensible aux conditions économiques.

Tableau 3.3 : skewness et kurtosis trimestriels du SP 500 en fonction des conditions économiques

| | skewness | kurtosis |
|-----------|----------|----------|
| expansion | -0,117 | 4,231 |
| récession | 0,118 | 3,813 |

Il est *a priori* difficile de justifier de manière convaincante le lien apparent entre skewness voire kurtosis et croissance. Grâce au modèle d'Alles et à l'explication qu'il propose en s'appuyant sur la théorie des perspectives (Kahneman et Tversky, 1979³⁵⁸) et donc sur la psychologie des investisseurs, la situation devient plus claire.

³⁵⁶ Alles L. et Kling J., "Regularities in the variation of skewness in stock index returns" in *Journal of Financial Research*, fall 1994.

³⁵⁷ Données disponibles à l'adresse : <http://www.nber.org/cycles/cyclesmain.html>, page consultée le 04/12/2010.

³⁵⁸ Kahneman D. et Tversky A. (1979, loc. cit.).

Dans cette section, nous détaillerons d'abord les travaux d'Alles, modèle, résultats et interprétations en termes de psychologie des investisseurs, puis nos propres résultats, obtenus grâce à une évolution des modalités d'utilisation du modèle et à son extension au kurtosis.

3.3.1. - Le modèle d'Alles

Pour construire son modèle, Alles (2004)³⁵⁹ utilise le modèle de marche au hasard géométrique et l'hypothèse d'information incertaine.

3.3.1.1 – Le modèle de marche au hasard géométrique

Le modèle de marche au hasard géométrique est fréquemment utilisé car il permet de générer des données aux caractéristiques cohérentes avec les observations empiriques (Hull, 2008³⁶⁰). Le prix à l'instant t est donné par :

$$P_t = P_{t-1} * e^k * a_t \quad (3.33)$$

ou, sous une forme logarithmique :

$$\ln(P_t) = \ln(P_{t-1}) + k + \ln(a_t) \quad (3.34)$$

avec,

P_t : prix de l'action à un instant t ,

k : taux composé continu de rentabilité attendu, indépendant du prix,

a_t : bruit i.i.d. qui suit une distribution log-normale de moyenne 0 et écart-type σ .

Les caractéristiques de a_t permettent au modèle d'être en phase avec la forme faible de l'efficience des marchés.

³⁵⁹ Alles L. (2004, loc. cit.).

³⁶⁰ Hull J., *Options, futures and other derivatives*, 7ème édition, 2008, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Alles (2004)³⁶¹ met en évidence le fait que, tel qu'il est présenté ci-dessus, le modèle de marche au hasard géométrique ne peut générer des distributions ayant un skewness négatif.

La prise en compte de l'impact des informations sur les cours, au travers de l'hypothèse d'information incertaine, doit permettre de retrouver un skewness négatif et donc de se rapprocher de la situation réelle.

3.3.1.2 - L'hypothèse d'information incertaine et le modèle d'Alles

Brown, Harlow et Tinic (1988)³⁶² ont proposé de modifier l'hypothèse d'efficience des marchés. Ils considèrent qu'il est irréaliste de croire que toutes les conséquences des événements complexes qui influent sur les cours boursiers peuvent être immédiatement comprises et prises en compte par les investisseurs. L'incertitude associée à ces événements et le fait que toutes leurs conséquences ne sont pas connues conduisent les investisseurs à diminuer provisoirement la valeur de l'action pour prendre en compte l'incertitude générée par l'information. Progressivement, lorsque cette même incertitude disparaît, les cours reviennent à la normale. Il s'agit de la réaction rationnelle d'un investisseur averse au risque. C'est une hypothèse importante de ce modèle puisqu'on exclut le cas d'une erreur d'évaluation de la portée de l'information qui conduirait à surestimer la valeur de l'action.

Alles (2004) se place dans ce contexte d'information incertaine et, partant du modèle de marche au hasard géométrique, formalise le sien de la manière suivante :

$$P_t = P_{t-1} * e^k * a_t * S_t \quad (3.35)$$

avec S_t choc d'information en t .

³⁶¹ Alles L. (2004, loc. cit.).

³⁶² Brown K., Harlow W., Tinic S., "Risk aversion, uncertain information and market efficiency" in *Journal of Financial Economics*, 1988, p. 355-385.

Soit, sous une forme logarithmique :

$$\ln(P_t) = \ln(P_{t-1}) + k + \ln(a_t) + \ln(S_t) \quad (3.36)$$

La variable S_t permet la modélisation des chocs d'information. Elle est égale à un s'il n'y a pas de choc. S'il y a un choc, le calcul de S_t permet de prendre en compte l'amplitude du choc d'information, son sens, sa magnitude, l'incertitude correspondante, les modalités de sa résorption.

3.3.1.3 – Paramètres, conditions de simulation et principaux résultats

Pour simuler les cours et, surtout, les rentabilités, Alles (2004)³⁶³ définit les paramètres de son modèle comme suit.

Le prix initial de l'action est fixé arbitrairement à cinquante. Alles choisit pour k une valeur de 0.06 % soit près de 16 % par an si on prend deux cent cinquante jours de bourse par an. $\ln(a_t)$ est distribué selon une loi normale de moyenne zéro et d'écart-type 1,25 % soit environ 20 % de volatilité annuelle ($1,25 * \sqrt{250}$).

Modélisation des chocs (calcul de la variable $\ln(S_t)$) :

- Les chocs doivent survenir de manière aléatoire et être relativement rares pour correspondre à l'hypothèse d'information incertaine. Ils sont modélisés par Alles grâce à un processus de Poisson (la valeur de λ n'est pas précisée).
- Le sens du choc, bonne ou mauvaise nouvelle, est aussi généré aléatoirement par un test qui s'appuie sur une distribution uniforme. Ceci permet de faire varier à volonté la proportion de chocs positifs et négatifs.
- La magnitude des chocs est définie en utilisant une distribution uniforme de nombres entre 0 et 0,5 puis entre 0,5 et 1. Si ces valeurs sont arbitraires, on peut les justifier par le fait qu'elles sont dans l'esprit du modèle puisque, par rapport aux rentabilités ($\ln(a_t)$), leur niveau est élevé. Par ailleurs, c'est surtout l'impact

³⁶³ Alles L. (2004, loc. cit.).

des variations de ce paramètre sur le skewness de la distribution des rentabilités qui retiendra notre attention.

- Par hypothèse, comme nous l'avons expliqué précédemment, l'incertitude liée aux conséquences non évaluables d'une information conduit les opérateurs à diminuer le prix de l'action au moment où l'information arrive puis à le ramener à sa valeur "normale" lorsque cette même incertitude se dissipe. Le niveau d'incertitude sera fixé à 30 % puis à 50 % du choc. Là encore, le choix de ces chiffres est arbitraire et c'est l'impact de sa variation qui est au cœur de la simulation. Bien sûr, le chiffre sera systématiquement négatif puisqu'il s'agit toujours d'une baisse de valeur selon l'hypothèse d'information incertaine.
- Après un choc en t , le retour à la normale, en d'autres termes la résorption de l'incertitude, se fera en $t+1$ ou pour moitié en $t+1$ et moitié en $t+2$, ce qui semble plus conforme au comportement réel des marchés. En pratique, le jour du choc (date t), une rentabilité négative (TI) égale à 30 % ou 50 % de la valeur absolue du choc sera intégrée dans le calcul. En $t+1$, la résorption de l'incertitude se traduira par une rentabilité positive supplémentaire égale à la valeur absolue de TI. Si la résorption se fait en $t+1$ et $t+2$, on ajoutera aux rentabilités en $t+1$ et $t+2$ la moitié de la valeur absolue de TI.

Le calcul de $\ln(S_t)$ à une date donnée se fait donc de la manière suivante :

- 1- Si, en t , le chiffre issu de la série de données aléatoires distribuée selon une loi de Poisson est différent de zéro, il n'y a pas de choc. $\ln(S_t)$ est donc égal à zéro.
- 2- Si ce chiffre est égal à zéro, les opérations suivantes sont effectuées :
 - a. sens du choc * magnitude du choc = choc (le sens est égal à 1 ou -1, la magnitude est comprise entre 0 et 0,5 ou entre 0,5 et 1) ;
 - b. $-|\text{choc}| * (0,3 \text{ ou } 0,5) = \text{incertitude}$;
 - c. $-\text{incertitude}_{t-1} = \text{résorption}$ (si la résorption se fait sur deux périodes, on prend $(-\text{incertitude}_{t-1} - \text{incertitude}_{t-2})/2$) ;
 - d. $\text{Choc} + \text{incertitude} + \text{résorption} = S_t$.

Alles (2004)³⁶⁴ utilise pour ses simulations cent échantillons de deux cent quarante-neuf $\ln(a_t)$. Les séries de chocs ainsi que les autres paramètres du modèle ($\ln(P_{t-1})$ et k)

³⁶⁴ Alles L. (2004, loc. cit.)

sont intégrés à chacun de ces cent échantillons afin d'obtenir cent séries de deux cent quarante-neuf rentabilités logarithmiques. Pour chaque simulation, les valeurs des skewness et kurtosis sont les moyennes des cent résultats obtenus.

Nous ne détaillons pas ici les résultats obtenus par Alles car ils sont confirmés par nos propres travaux, présentés plus loin dans cette section. Afin de pouvoir faire le lien entre psychologie des investisseurs et skewness, on peut tout de même remarquer qu'Alles obtient une hausse du skewness lorsque la proportion de bonnes nouvelles augmente et que, lorsque l'on entre dans le modèle un niveau d'incertitude plus important pour les bonnes nouvelles (en pratique, on a enlevé l'incertitude sur les mauvaises nouvelles), le skewness, négatif à l'origine, se rapproche de 0.

3.3.1.4 – Interprétation des résultats grâce à la théorie des perspectives

Alles (2004)³⁶⁵ propose une explication comportementale au lien entre conjoncture économique et skewness. Il s'appuie pour cela sur la théorie des perspectives développée par Kahneman et Tversky (1979)³⁶⁶ qui montrent que les individus évaluent les situations de manière relative, par rapport à un point de référence variable selon le contexte ou l'évolution de l'environnement. On remarquera qu'Alles fait référence à la première version de cette théorie et non à la seconde, dite *cumulative prospect theory* (Kahneman et Tversky, 1992³⁶⁷). Nous la présenterons succinctement avant de revenir aux explications proposées par Alles.

3.3.1.4.1 - La théorie des perspectives

La théorie des perspectives est un des systèmes alternatifs à l'espérance d'utilité proposés dans le cadre de la finance comportementale.

³⁶⁵ Alles L. (2004, loc. cit.).

³⁶⁶ Kahneman D. et Tversky A. (1979, loc. cit.).

³⁶⁷ Kahneman D. et Tversky A. (1992, loc. cit.).

Pour cette étude, Kahneman et Tversky utilisent des loteries (*prospects*) à deux "branches". La notation suivante est utilisée : une loterie (x, p ; y, q) correspond à un gain ou une perte égal à x avec une probabilité p et à un gain ou une perte y avec une probabilité q.

Dans la théorie classique, l'utilité d'une loterie est la somme des résultats possibles, gains ou pertes, pondérés par leur probabilité. Les joueurs sont censés choisir la loterie dont l'utilité est la plus grande.

Dans le cadre de la théorie des perspectives, les participants sélectionnent celle qui a la valeur la plus élevée. Cette valeur (V), dite globale, d'une loterie est exprimée au travers de deux variables : π et v.

π , associée à chaque probabilité p, donne une pondération $\pi(p)$ qui reflète l'impact de p sur la valeur de la loterie. Cependant π n'est pas une probabilité.

v, fonction valeur, associe à chaque gain ou perte (x) un nombre v(x) qui est égal à sa valeur subjective.

Une loterie ordinaire est donc exprimée suivant la formule 3.37.

$$V(x, p ; y, q) = \pi(p)v(x) + \pi(q)v(y) \quad (3.37)$$

Pour être conforme aux comportements humains habituels (Galanter et Pliner, 1974³⁶⁸), en particulier le fait que la peine ressentie suite à une perte est supérieure au bonheur éprouvé grâce à un gain de même valeur absolue, la fonction v est convexe pour x supérieur au point de référence, concave pour x inférieur au point de référence.

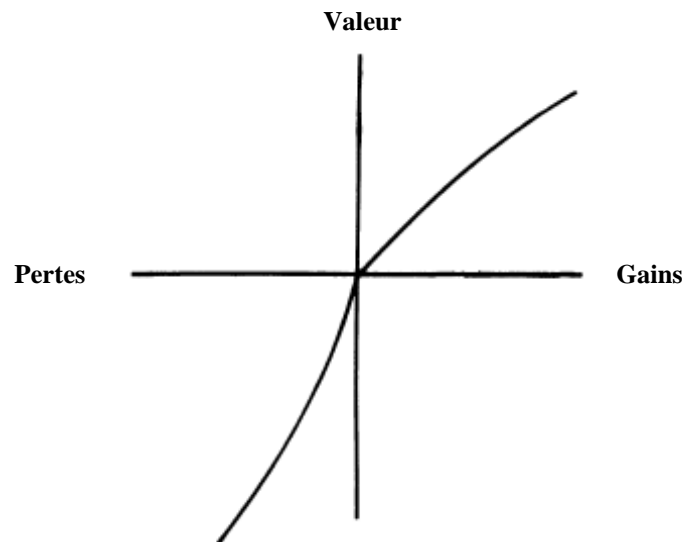
La valeur marginale d'un gain ou d'une perte décroît donc au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de référence.

³⁶⁸Galanter E. et Pliner P., "Cross-modality matching of money against other continua" in *Sensation and measurement*, 1974, ed. Moskowitz H. R. et al., Springer, Heidelberg, Allemagne.

Les loteries de forme $(x, 0,50 ; -x, 0,50)$ ne sont pas considérées comme attractives. En effet, le plaisir associé à un gain d'un montant x est inférieur à la peine que procure une perte de la même somme. La pente de la fonction valeur sera par conséquent plus forte à gauche de la valeur référence qu'à droite.

La figure 3.15 illustre la forme que peut prendre la fonction valeur pour respecter les conditions définies ci-dessus.

Figure 3.15 : fonction valeur (source : Kahneman et Tversky, 1979)



Comme nous l'avons vu, la fonction π associe à chaque probabilité p une pondération $\pi(p)$. π est une fonction croissante de p avec $\pi(0) = 0$ et $\pi(1) = 1$. π n'est pas une fonction linéaire. Les probabilités très faibles sont assimilées à zéro, les événements dont la probabilité est proche de un sont rejetés dans une zone d'incertitude plus forte.

Kahneman et Tversky (1979)³⁶⁹ développent la notion de changement de référence (*shift of reference*). Dans les exemples précédents, les gains ou pertes étaient définis à partir d'un point de référence : la situation dans laquelle était le joueur avant de participer à la loterie mais, dans certains cas, la notion de gain ou de perte est définie par rapport à une attente, un souhait qui n'est pas le *statu quo*.

³⁶⁹ Kahneman D. et Tversky A (1979, loc. cit.).

Kahneman et Tversky (1979) prennent plusieurs exemples dont celui d'une personne qui voit son salaire amputé par un impôt, supposé être retenu à la source, plus lourd que prévu. Elle considérera cette baisse de revenu comme une perte et non comme une réduction de ses gains. Autre exemple, un entrepreneur qui a plus de réussite que ses concurrents dans une période difficile verra une petite perte comme un gain par rapport à ce qu'il pouvait craindre. La référence n'est donc pas le niveau de richesse avant l'événement mais le niveau de richesse espéré, anticipé.

3.3.1.4.2 - Skewness et conjoncture économique

A la lumière de la théorie des perspectives, si on se replace dans l'hypothèse d'information incertaine, les investisseurs peuvent considérer qu'une information est une bonne ou une mauvaise nouvelle. Ce qui permet de classer une information parmi l'une ou l'autre de ces catégories est un point de référence, variable selon le moment. Comme le remarque Alles, il est courant d'observer un mouvement de pessimisme dans les périodes de ralentissement économique, ce qui conduit à une évolution du point de référence. Ce qui aurait été considéré avec indifférence ou comme une mauvaise nouvelle devient alors une bonne nouvelle. Par exemple, la croissance des emplois, qui peut être vue comme une mauvaise nouvelle en période de croissance à cause de ses conséquences en termes d'inflation, sera considérée comme une bonne nouvelle en période de ralentissement économique. Ce changement du point de référence fera donc que le nombre de bonnes nouvelles deviendra plus important que le nombre de mauvaises nouvelles. Selon le modèle d'Alles, dans ce cas, le skewness croît.

Pour Alles (2004)³⁷⁰, dans les périodes de difficultés économiques, les mauvaises nouvelles sont considérées comme normales puisque cohérentes avec le contexte économique alors que les bonnes nouvelles sont accueillies avec scepticisme. Le niveau d'incertitude attaché aux bonnes nouvelles est donc plus important. Lorsque l'on entre dans le modèle un niveau d'incertitude plus important pour les bonnes nouvelles (en pratique, on a enlevé l'incertitude sur les mauvaises nouvelles), le skewness, négatif à l'origine, se rapproche de 0.

³⁷⁰ Alles L. (2004, loc. cit.).

En mettant en perspective les résultats de la simulation grâce aux travaux de Kahneman et Tversky³⁷¹, plus particulièrement au concept de point de référence, on peut donc établir une relation empirique entre le skewness et plusieurs caractéristiques de la psychologie des opérateurs.

Le skewness peut par conséquent être vu comme un indicateur du sentiment de marché. Il se distingue de la plupart des mesures habituelles en ne se limitant pas à la prise en compte de l'optimisme et du pessimisme.

Pour aller plus loin avec le modèle d'Alles³⁷² que nous venons de présenter, nous proposons, dans la sous-section suivante, de modifier les modalités de la simulation de Monte-Carlo et d'étendre les résultats au kurtosis.

3.3.2 - Le modèle d'Alles modifié : simulation de Monte-Carlo et résultats

Le nombre de tirages utilisé par Alles (cent) paraît assez faible. C'est une des raisons qui nous poussent à envisager une évolution de sa méthodologie pour ce qui est de la simulation de Monte-Carlo. En outre, après qu'Alles nous a confirmé l'intérêt de cette démarche, nous calculons le kurtosis dans les mêmes conditions que le skewness.

3.3.2.1 - Modalités de la simulation

On attribue souvent à Metropolis (1949)³⁷³ le principe des simulations de Monte-Carlo. On peut définir une simulation de Monte-Carlo comme une méthode visant à estimer une valeur numérique en utilisant des techniques probabilistes. Elles sont de type stochastique puisqu'elles reposent sur des tirages aléatoires. Le résultat de chaque tirage est différent. L'estimation est donc d'autant plus précise que le nombre de tirages est élevé.

³⁷¹ Kahneman D. et Tversky A (1979, loc. cit.).

³⁷² Alles L. (2004, loc. cit.).

³⁷³ Metropolis N. et Ulam S., "The Monte Carlo method" in *Journal Of The American Statistical Association*, 1949, vol. 44, 247.

Pour cerner plus précisément le comportement des skewness et kurtosis dans le modèle développé par Alles, nous choisissons de porter de cent à cinq mille le nombre d'échantillons de deux cent quarante-neuf rentabilités. Ce nombre a été choisi arbitrairement et sera revu selon les résultats obtenus.

Concernant le calcul des rentabilités et en particulier de la variable $\ln(S_t)$, nous reprenons largement les paramètres utilisés par Alles tels que nous les avons décrits précédemment. En pratique :

- Les chocs seront créés grâce à des données aléatoires distribuées selon une loi de Poisson. On considérera qu'il y a un choc d'information lorsque le chiffre issu de la série sera égal à zéro. Alles ne précise pas la valeur qu'il a retenue pour λ , paramètre de cette distribution. Lorsqu'il est égal à deux, on obtient des niveaux de skewness et kurtosis cohérents avec ceux d'Alles et relativement proches de ceux calculés sur un long historique des rentabilités logarithmiques journalières du Standard & Poor's 500. Ce sera donc notre point de départ.
- Le sens du choc sera égal à 1 (bonne nouvelle) si la valeur tirée de la distribution uniforme (nombres entre 0 et 1) est inférieure à un seuil, par exemple 0,6 pour 60 % de chocs positifs, ou à -1 (mauvaise nouvelle) dans le cas contraire.
- Nous utilisons une rentabilité de 0.024 %, soit 6 % par an, valeur plus proche de la hausse moyenne des marchés à long terme (Siegel, 2007³⁷⁴). Ce chiffre a une incidence quasiment nulle sur la valeur des skewness et kurtosis.

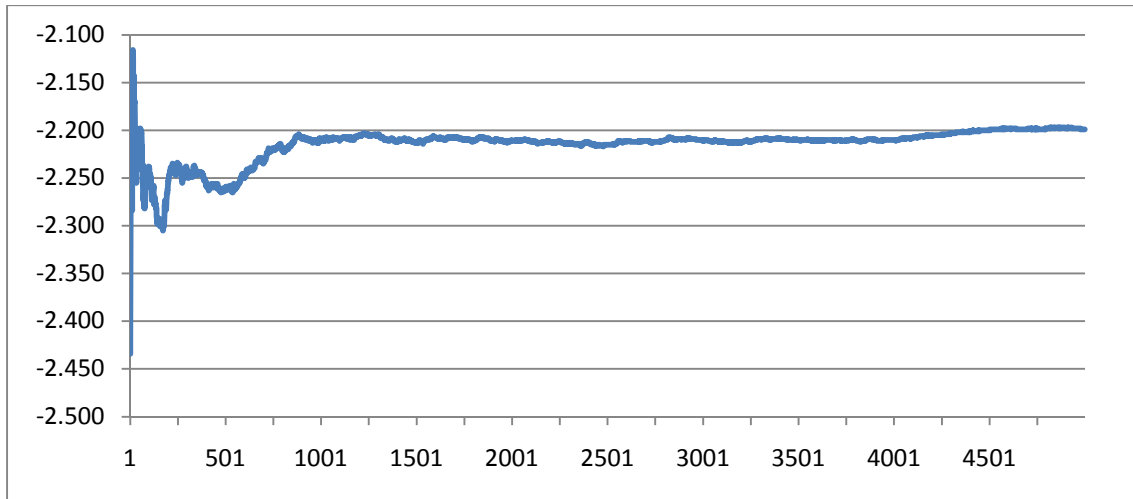
Lors de chaque tirage, chacun des éléments définis grâce à une loi de probabilité (date, sens et magnitude des chocs) sera recalculé. Formellement, nous créons trois matrices de deux cent quarante-neuf colonnes et cinq mille lignes avec des nombres générés de manière pseudo-aléatoire selon les lois de probabilités retenues. Une quatrième matrice permet de calculer les rentabilités.

Les skewness et kurtosis estimés sont les moyennes de leurs valeurs du tirage un au tirage n (figures 3.16 et 3.17). Nous calculons également les écart-types de ces moyennes sur cent périodes (figures 3.18 et 3.19), durée choisie arbitrairement.

³⁷⁴ Siegel J.J. (2007, op. cit.).

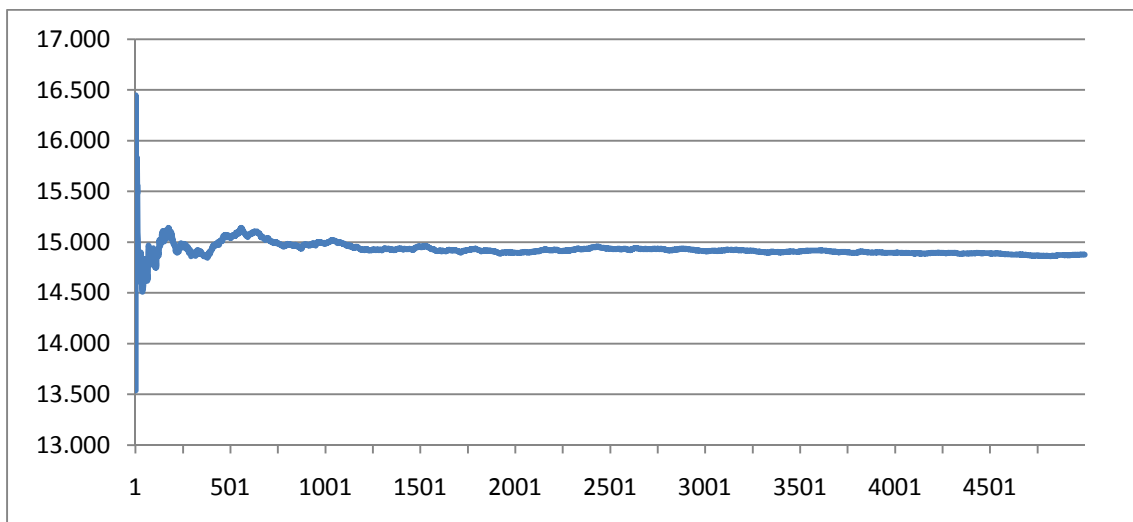
L'analyse des figures 3.16 et 3.17 permet de remarquer une stabilisation des estimations aux environs de quatre mille tirages, ce que confirme l'écart-type (figures 3.18 et 3.19).

Figure 3.16 : estimation du skewness selon le nombre de tirages



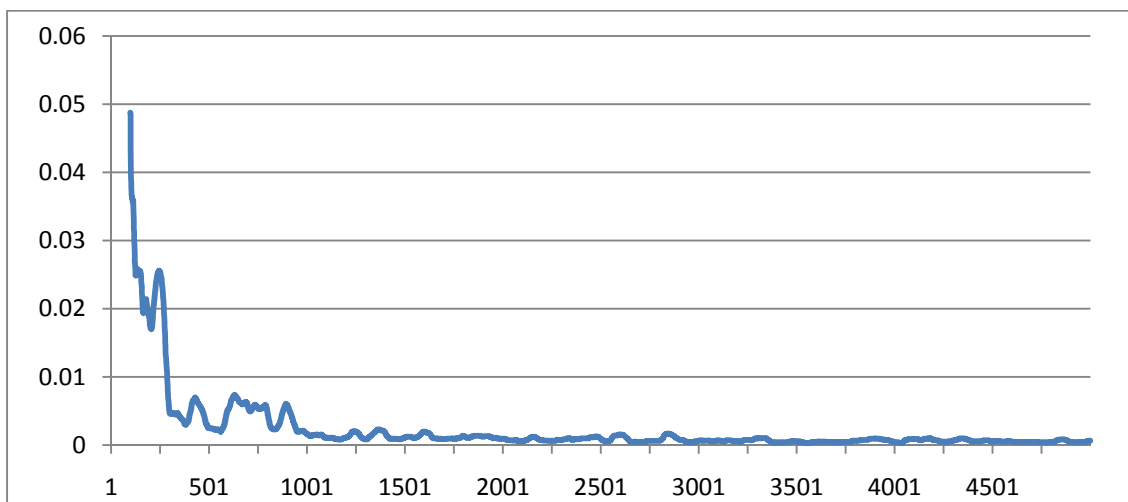
Remarque : la courbe représente la moyenne du skewness du tirage un au tirage n , la valeur retenue pour λ , paramètre de la distribution des chocs d'information, est 2, l'amplitude des chocs est comprise entre 0 et 0,5, l'incertitude est égale à 0,3, la résorption des chocs se fait entièrement en $t + 1$, il y a le même nombre de chocs positifs et négatifs.

Figure 3.17 : estimation du kurtosis selon le nombre de tirages



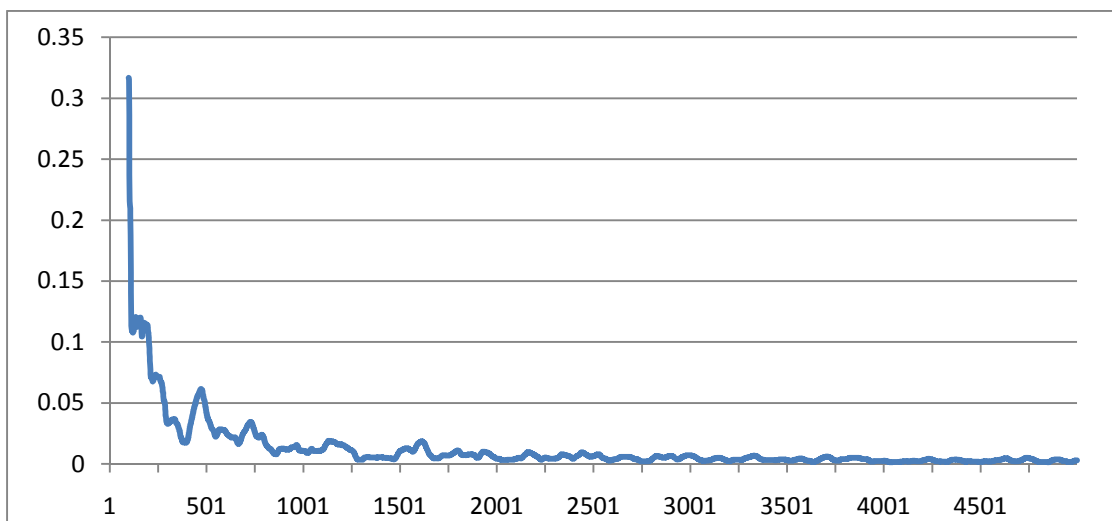
Remarque : la courbe représente la moyenne du kurtosis du tirage un au tirage n , la valeur retenue pour λ , paramètre de la distribution des chocs d'information, est 2, l'amplitude des chocs est comprise entre 0 et 0,5, l'incertitude est égale à 0,3, la résorption des chocs se fait entièrement en $t + 1$, il y a le même nombre de chocs positifs et négatifs.

Figure 3.18 : écart-type à cent périodes de l'estimation du skewness selon le nombre de tirages



Remarque : la courbe représente l'écart-type à cent périodes de la moyenne du skewness du tirage un au tirage n . La valeur retenue pour λ , paramètre de la distribution des chocs d'information, est 2, l'amplitude des chocs est comprise entre 0 et 0,5, l'incertitude est égale à 0,3, la résorption des chocs se fait entièrement en $t + 1$, il y a le même nombre de chocs positifs et négatifs.

Figure 3.19 : écart-type à cent jours de l'estimation du kurtosis selon le nombre de tirages



Remarque : la courbe représente l'écart-type à cent périodes de la moyenne du kurtosis du tirage un au tirage n , la valeur retenue pour λ , paramètre de la distribution des chocs d'information, est 2, l'amplitude des chocs est comprise entre 0 et 0,5, l'incertitude est égale à 0,3, la résorption des chocs se fait entièrement en $t + 1$, il y a le même nombre de chocs positifs et négatifs.

Les résultats devenant stables aux environs de quatre mille tirages, nous prenons une marge de sécurité et retenons les estimations après cinq mille tirages pour simuler les valeurs de skewness et kurtosis en fonction des chocs d'informations quantifiés grâce au modèle d'Alles (formule 3.35).

3.3.2.2 - Résultats de la simulation

La modification des conditions de simulation et l'intégration du kurtosis aux résultats nous ont permis d'obtenir les résultats présentés dans les tableaux qui suivent.

Tableau 3.4 : skewness et kurtosis lorsque intensité du choc, incertitude et résorption varient ($\lambda=2$)

| chocs 50 % positifs - 50 % négatifs | | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | incertitude : 30 % du choc | | incertitude : 50 % du choc | |
| | | résorption en t+1 | résorption sur t+1 et t+2 | résorption en t+1 | résorption sur t+1 et t+2 |
| chocs $\leq 0,5$ | skewness | -2,199 | -2,372 | -2,654 | -3,186 |
| | kurtosis | 14,877 | 15,790 | 15,686 | 17,858 |
| $0,5 \leq \text{chocs} \leq 1$ | skewness | -1,789 | -1,921 | -2,166 | -2,571 |
| | kurtosis | 9,618 | 10,106 | 10,173 | 11,392 |

Tableau 3.5 : skewness et kurtosis en fonction de la répartition des bonnes et mauvaises nouvelles ($\lambda=2$)

| Chocs $\leq 0,5$ - résorption en t+1 - incertitude 30 % | | | | |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|
| | fréquence chocs positifs chocs négatifs | | | |
| | 50 - 50 | 60 - 40 | 70 - 30 | 80 - 20 |
| skewness | -2,199 | -1,901 | -1,442 | -0,722 |
| kurtosis | 14,877 | 15,595 | 16,051 | 15,865 |
| Chocs entre 0,5 et 1 - résorption en t+1 - incertitude 30 % | | | | |
| | fréquence chocs positifs chocs négatifs | | | |
| | 50 - 50 | 60 - 40 | 70 - 30 | 80 - 20 |
| skewness | -1,789 | -1,607 | -1,311 | -0,797 |
| kurtosis | 9,618 | 10,301 | 10,864 | 11,012 |

Tableau 3.6 : skewness et kurtosis en fonction de l'incertitude sur bonnes et mauvaises nouvelles
($\lambda=2$)

| Chocs $\leq 0,5$ - résorption en t+1 et t+2 | | | | |
|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | incertitude 30 % du choc | | incertitude 50 % du choc | |
| | incertitude constante | incertitude sur bonne nouvelle | incertitude constante | incertitude sur bonne nouvelle |
| skewness | -2,372 | -1,288 | -3,186 | -1,588 |
| kurtosis | 15,790 | 12,006 | 17,858 | 9,686 |

Quel serait l'impact sur les valeurs des skewness et kurtosis si une autre valeur avait été retenue pour λ ou si un autre nombre de rentabilités avait été choisi ? Ce sont les points que nous allons maintenant étudier.

3.3.2.3 - Impacts des variations de λ et du nombre de rentabilités

Après plusieurs tests consistant à faire varier de 0,5 en 0,5, entre 1 et 3, la valeur du paramètre de la distribution des chocs, λ , on constate que cela ne crée pas de changement important dans le sens des variations des skewness et kurtosis.

On peut tout de même remarquer une évolution erratique du skewness pour lambda égal 1 lorsque, avec des chocs compris entre 0,5 et 1, on fait varier la fréquence relative des chocs positifs et négatifs (tableau 3.7). Le skewness varie faiblement lorsque la fréquence relative des chocs positifs augmente. Ceci explique certainement cette particularité que nous n'avons pas retrouvée avec les autres valeurs de lambda testées (1,5 ; 2 ; 2,5 et 3). Il ne semble donc pas pertinent de fixer lambda en-deçà de 1,5.

Tableau 3.7 : skewness et kurtosis en fonction de la répartition des bonnes et mauvaises nouvelles
($\lambda=1$)

| Chocs $\leq 0,5$ - résorption en t+1 - incertitude 30 % | | | | |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|
| | fréquence chocs positifs chocs négatifs | | | |
| | 50 - 50 | 60 - 40 | 70 - 30 | 80 - 20 |
| skewness | -1,202 | -1,187 | -1,121 | -0,923 |
| kurtosis | 5,503 | 6,074 | 6,708 | 7,248 |
| Chocs entre 0,5 et 1 - résorption en t+1 - incertitude 30 % | | | | |
| | fréquence chocs positifs chocs négatifs | | | |
| | 50 - 50 | 60 - 40 | 70 - 30 | 80 - 20 |
| skewness | -0,874 | -0,949 | -1,002 | -0,976 |
| kurtosis | 3,450 | 3,942 | 4,542 | 5,193 |

A l'opposé, on constate que, lorsque λ croît, le kurtosis augmente fortement. Pour λ égal à trois, le kurtosis est très fréquemment au-dessus de vingt. Il semble donc que ce soit une valeur trop élevée pour ce paramètre.

Toute valeur comprise entre 1,5 et 2,5 peut donc convenir pour λ . En pratique, nous conserverons les résultats présentés précédemment, pour λ égal à deux, sachant que le sens des évolutions des skewness et kurtosis sont identiques pour les autres valeurs.

On peut remarquer dans le tableau 3.5, pour λ égal deux et lorsque les chocs ont une intensité inférieure à 0,5, que le kurtosis n'augmente plus quand la proportion de bonnes nouvelles passe de 70 à 80 %. Si l'on augmente encore ce paramètre, à 90 %, le kurtosis décroît nettement alors que le skewness continue à augmenter pour devenir positif. Il semble donc que, dans ces conditions, le kurtosis passe par un maximum lorsque la proportion de chocs positifs est aux environs de 70 %. Ce n'est pas vraiment un problème puisqu'en pratique il semble difficile d'imaginer un marché sur lequel plus de 70 % des nouvelles seraient mauvaises. Par ailleurs, on ne retrouve pas ce retournement avec les autres valeurs de λ .

Nous avons aussi testé l'impact du nombre de rentabilités en le portant de deux cent quarante-neuf à cinq cents avec λ égal deux et des chocs dont l'intensité est inférieure à 0,5. Le nombre de tirages a été ramené à deux mille cinq cents en raison de limites

techniques. Les résultats (tableaux 3.8 et 3.9) sont peu différents de ceux obtenus dans les conditions initiales (tableaux 3.4 et 3.5). On remarquera seulement que le kurtosis croît mais en décélérant nettement quand la proportion de chocs positifs augmente. Il commence à baisser lorsque la part des chocs positifs est entre 80 et 90 %. On retrouve donc, un peu plus tardivement, le plafonnement du kurtosis remarqué dans les mêmes conditions lorsque le nombre de rentabilités était égal à deux cent quarante-neuf.

L'augmentation du nombre de rentabilités ne produit pas de changement substantiel, elle crée en revanche des problèmes de traitement des données. Nous conservons donc le nombre de rentabilités initial : deux cent quarante-neuf.

Tableau 3.8 : skewness et kurtosis lorsque intensité du choc, incertitude et résorption varient ($\lambda=2$, nombre de rentabilités porté à 500)

| chocs 50 % positifs - 50 % négatifs | | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | incertitude : 30 % du choc | | incertitude : 50 % du choc | |
| | | résorption en t+1 | résorption sur t+1 et t+2 | résorption en t+1 | résorption sur t+1 et t+2 |
| chocs $\leq 0,5$ | skewness | -2,233 | -2,404 | -2,684 | -3,203 |
| | kurtosis | 14,623 | 15,479 | 15,456 | 17,516 |

Tableau 3.9 : skewness et kurtosis en fonction de la répartition des bonnes et mauvaises nouvelles ($\lambda=2$, nombre de rentabilités porté à 500)

| Chocs $\leq 0,5$ - résorption en t+1 - incertitude 30 % | | | | |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|
| | fréquence chocs positifs chocs négatifs | | | |
| | 50 - 50 | 60 - 40 | 70 - 30 | 80 - 20 |
| skewness | -2,233 | -1,958 | -1,538 | -0,855 |
| kurtosis | 14,623 | 15,429 | 16,014 | 16,059 |

Après avoir cerné l'impact de la valeur de λ et du nombre de tirages, on peut analyser le comportement des skewness et kurtosis en fonction des caractéristiques des chocs d'information.

3.3.2.4 - Analyse des résultats

Lorsque les chocs deviennent plus importants (entre 0,5 et 1), la distribution des rentabilités est moins éloignée d'une loi normale (tableau 3.4). On peut expliquer cette évolution contre-intuitive par le fait que la hausse de la magnitude des chocs fait très fortement augmenter la volatilité (d'environ 11 % à près de 30 % dans les conditions correspondant au tableau 3.4), dénominateur du calcul des moments centrés. Pour une même intensité des chocs, la volatilité varie très peu lorsque le niveau d'incertitude et/ou la durée de résorption sont modifiés.

Les valeurs de skewness et kurtosis évoluent de la même manière que lorsque les chocs sont plus faibles : leur valeur absolue est croissante en fonction du niveau d'incertitude et de la durée de la période de résorption.

Le tableau 3.5 permet de mettre en évidence l'évolution de la forme de la distribution des rentabilités en fonction de la proportion de bonnes et mauvaises nouvelles. Plus la part de bonnes nouvelles est importante, moins la distribution est asymétrique (le skewness se rapproche de 0) mais plus elle est leptokurtique (kurtosis en augmentation) sachant que, comme nous l'avons remarqué précédemment, cette leptokurticité plafonne lorsque la part de bonnes nouvelles devient très importante.

Le tableau 3.6 montre les variations des skewness et kurtosis lorsque l'on enlève l'incertitude sur les mauvaises nouvelles : le skewness reste négatif mais il se rapproche de zéro, le kurtosis baisse fortement.

Les données générées par le modèle d'Alles permettent donc de mettre en évidence l'existence d'un lien entre les caractéristiques des chocs d'information (niveau d'incertitude induit, délai de résorption, ...) et les variations de valeurs du skewness et du kurtosis. On peut montrer que ces caractéristiques sont, au moins dans une large mesure, fonction du sentiment des opérateurs. Le lien entre skewness et psychologie des investisseurs établi par Alles à l'aide de la théorie des perspectives vaut bien sûr aussi pour le kurtosis.

3.3.3 – Synthèse des résultats

Nos calculs, prolongement de ceux d'Alles en 2004³⁷⁵, avaient pour objet de modéliser l'impact des chocs d'information sur les valeurs des skewness et kurtosis de la distribution des rentabilités d'une action pour, *in fine*, établir un lien entre les moments centrés d'ordre supérieur de cette distribution et certaines composantes du sentiment de marché.

D'un point de vue méthodologique, Alles (2004) utilise le modèle de Hull (2008)³⁷⁶ auquel a été ajoutée une variable quantifiant l'impact de chocs d'information (formules 3.35 et 3.36). L'hypothèse de départ est que cette variable contient des éléments relatifs au sentiment des investisseurs. Les paramètres ont été fixés en suivant les hypothèses d'Alles (2004). La validité des résultats a été vérifiée en modifiant la simulation de Monte-Carlo, en particulier en augmentant fortement le nombre de tirages.

On remarquera en premier lieu que le modèle génère des distributions caractérisées par un skewness négatif et un kurtosis supérieur à trois, ce qui correspond aux faits stylisés.

Parmi les interactions entre chocs d'information et déformation de la distribution, synthétisées dans le tableau 3.10, on peut retenir :

- Une baisse du skewness et une hausse du kurtosis lorsque la durée de résorption de l'incertitude augmente,
- Un renforcement de cette évolution lorsque l'incertitude augmente,
- Une hausse du skewness qui tend vers 0 et une progression du kurtosis lorsque la proportion de bonnes nouvelles augmente,
- Une évolution identique du skewness et une diminution de la leptokurticité lorsque l'incertitude est plus forte sur les bonnes nouvelles.

³⁷⁵ Alles L. (2004, loc. cit.).

³⁷⁶ Hull J., (2008, op. cit.).

Tableau 3.10 : synthèse des résultats du modèle de choc d'informations dans un contexte d'information incertaine

| | Variation du skewness | Variation du kurtosis |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Hausse de la durée de résorption | ↓ | ↑ |
| Hausse de la magnitude du choc (*) | ↑ | ↓ |
| Hausse de l'incertitude | ↓ | ↑ |
| Hausse de la part relative des bonnes nouvelles | ↑ | ↑ |
| Incertaine seulement sur les bonnes nouvelles | ↑ | ↓ |

Remarque : le skewness étant dans tous les cas négatif au départ, sa hausse correspond à un retour vers 0.

(*) L'augmentation de la magnitude des chocs entraîne une forte hausse de la volatilité

Niveau et durée de l'incertitude, tri de l'actualité en bonnes et mauvaises nouvelles sont largement liés au sentiment des opérateurs. On peut donc dire que la combinaison des modèles de marche au hasard géométrique et d'hypothèse d'information incertaine permet non seulement de mettre en relation déformations de la distribution des rentabilités et information mais aussi de faire un lien entre psychologie des opérateurs d'une part et skewness et kurtosis d'autre part.

Ces résultats ne peuvent pas vraiment être justifiés, ils reposent entièrement sur la qualité des hypothèses, en particulier celle d'information incertaine, et sur la pertinence des paramètres et du modèle. Malgré ces limites, nous pensons qu'on peut donc voir les moments centrés d'ordres trois et quatre comme des outils de mesure du sentiment de marché dont la particularité est de ne pas être, comme souvent, limitée à l'optimisme ou au pessimisme.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons d'abord rappelé les principes de la marche au hasard de Bachelier (1900)³⁷⁷ et insisté sur le fait qu'en pratique la distribution des rentabilités ne correspond pas à une loi normale. Au cœur de notre sujet, les sections suivantes ont été consacrées à la recherche d'un lien entre les moments centrés d'ordre supérieur et le sentiment de marché.

Afin d'essayer de mettre ce lien en évidence, la première étape a été la recherche de corrélations entre, d'une part, les skewness et kurtosis et, d'autre part, le put call ratio du CBOE (*Chicago board options exchange*) et le *State Street investor confidence index*. Quelques coefficients de corrélation sont significatifs mais ils restent peu élevés, surtout pour le kurtosis.

Nous avons ensuite détaillé la fonction sentiment de Shefrin (2008)³⁷⁸. Elle permet de mettre en exergue le fait que les erreurs des opérateurs relatives à leurs anticipations de variation de prix ne sont pas constantes sur la distribution des rentabilités des actifs. Elles sont généralement plus fortes aux extrêmes.

Nous avons également étudié les modèles multi-agents de Bouchaud et Cont (2000)³⁷⁹, Lux et Marchesi (2000)³⁸⁰, Sornette et Zhou (2006)³⁸¹ car, au-delà de leurs différences de construction, ils montrent un lien entre le comportement des intervenants et le kurtosis des rentabilités. Plus précisément, ils permettent de mettre en évidence le fait que le mimétisme entraîne une augmentation du kurtosis, Bouchaud et Cont arrivent même à un lien mathématique entre kurtosis et mimétisme en utilisant les clusters.

En 2004, Alles³⁸² se place dans le contexte réaliste de l'hypothèse d'information incertaine et montre l'influence des chocs d'information sur la valeur du skewness. En reprenant son modèle aux caractéristiques de la simulation de Monte-Carlo près, nous avons obtenu une confirmation de ses résultats. Avec le même modèle, nous avons pu

³⁷⁷ Bachelier L. (1900, loc. cit.).

³⁷⁸ Shefrin H. (2008, op. cit.)

³⁷⁹ Bouchaud J.P. et Cont R. (2000, loc. cit.).

³⁸⁰ Lux T. et Marchesi M. (2000, loc. cit.).

³⁸¹ Sornette D. et Zhou W. X (2006, loc.cit.).

³⁸² Alles L. (2004, loc. cit.).

montrer que le kurtosis est aussi dépendant des caractéristiques des chocs d'information. En utilisant la théorie des perspectives développée par Kahneman et Tversky (1979)³⁸³, Alles a mis en évidence le lien entre skewness et sentiment des opérateurs. Nos résultats montrent que ce lien peut être étendu au kurtosis.

Même si nous n'avons pu établir de lien formel entre le sentiment des investisseurs et les moments centrés d'ordre supérieur, les conclusions convergentes de ces différentes approches nous permettent de valider l'utilisation des skewness et kurtosis comme indicateurs du sentiment des investisseurs, prenant en compte des composantes plus complexes du sentiment de marché comme l'incertitude perçue ou le mimétisme.

³⁸³ Kahneman D. et Tversky A. (1979, loc. cit.).

Chapitre IV : Sentiment de marché et mémoire

Introduction

L'émergence et le développement de la finance comportementale ont conduit à une utilisation de plus en plus fréquente du sentiment de marché. Pourtant, comme nous l'avons vu dans le chapitre II et malgré la très forte créativité en termes de mesure du sentiment, la relation entre le niveau du sentiment mesuré et les rentabilités futures est assez faible.

Les indicateurs de sentiment sont généralement utilisés dans le cadre de stratégies *contrarian* comme le montrent, par exemple, les travaux de Solt et Statman (1988)³⁸⁴. Il s'agit d'essayer de détecter les moments auxquels le sentiment mesuré, généralement ramené à l'optimisme ou au pessimisme, en d'autres termes à la cupidité ou à la peur, est extrême. A partir de ces niveaux, un renversement psychologique plus ou moins brutal est supposé être extrêmement probable. Il a pour effet de conduire les opérateurs à modifier leurs positions. Ces arbitrages sont censés créer un mouvement des prix des actifs considérés dont le sens est prévisible.

Afin de contribuer à l'amélioration de l'utilisation du sentiment de marché dans la gestion d'actifs, nous consacrerons ce chapitre à essayer de comprendre la manière dont se comportent les indicateurs de sentiment. Nous montrerons en particulier que l'évolution de nombre d'entre eux est caractérisée par des successions de valeurs hautes ou, au contraire, de valeurs basses, que nous appellerons par convention phénomènes de persistance. Ces phénomènes de persistance sont bien sûr en opposition avec le comportement des indicateurs *contrarian* qui, pour être efficaces, doivent se retourner rapidement après qu'ils ont atteint un niveau extrême.

³⁸⁴ Solt E. et Statman M. (1988, loc. cit.).

L'hypothèse que nous chercherons à valider peut être formulée de la manière suivante :

Les indicateurs de sentiment sont des processus affectés par des phénomènes de persistance.

Nous pourrions ainsi évaluer s'il est pertinent d'utiliser pour la gestion d'actifs des indices de sentiment comme indicateurs *contrarian*.

Afin de mettre en évidence les phénomènes de persistance, nous aurons surtout recours à la notion de mémoire. On distingue trois types de mémoire : infinie, courte et longue. En cas de présence de mémoire infinie, l'effet d'un choc est sans fin. L'impact d'un nouveau choc s'additionnera à celui du précédent. A l'opposé, l'impact d'un choc sur une série affectée par de la mémoire courte est peu durable. Par définition, un processus à mémoire courte est caractérisé par la présence d'autocorrélations importantes pour des retards faibles, autocorrélations qui décroissent souvent de manière exponentielle. Enfin, en présence de mémoire longue, l'effet d'un choc sur la série est durable mais il disparaît progressivement, la série reviendra vers son niveau d'équilibre. C'est un phénomène plus complexe, qui produit des cycles apériodiques. Nous l'étudierons en détail.

La première section de ce chapitre sera consacrée à une présentation détaillée de la notion de mémoire longue. L'étude empirique sera présentée dans la seconde section, elle aura pour objet la validation de notre hypothèse, essentiellement en mettant en évidence la présence de mémoire, longue mais aussi courte, sur différents indicateurs de sentiment de marché.

4.1 - La mémoire longue

En économie, une part des recherches a toujours porté sur les cycles. L'exemple de Kondratiev est certainement le plus connu. L'origine de la notion de mémoire longue n'est pourtant pas issue des sciences humaines mais de l'hydrologie. Elle a été découverte par Hurst (1951)³⁸⁵ alors qu'il travaillait sur la régulation du débit du Nil. Ensuite, ces travaux ont été appliqués dans de nombreux domaines dont l'économie et la finance.

Cette section sera consacrée à l'étude de la notion de mémoire longue. Elle repose largement sur les travaux de Mignon (1998)³⁸⁶ et Peters (1994)³⁸⁷.

4.1.1 - Origine et calcul de la mémoire longue

H. E. Hurst (1900-1978) était un ingénieur qui construisait des barrages. Au début du XXème siècle, il travaillait sur un projet de régulation du cours du Nil. Il devait calculer la capacité optimale de bassins de retenue d'eau permettant de réguler le débit du fleuve en aval sachant que l'importance des crues était variable. Les bassins devaient donc permettre d'obtenir un flux de sortie uniforme sans jamais déborder tout en étant de taille aussi limitée que possible.

Les Egyptiens disposaient d'un historique des crues du Nil allant de 1469 av. J. C. à 622 av. J. C., soit 847 ans. Hurst étudia si précisément toutes les données relatives au Nil que les Egyptiens le surnommèrent le "père du Nil". Avant lui, les hydrologues comprenaient bien les variations saisonnières mais considéraient que chaque observation annuelle était indépendante. Hurst se rendit compte qu'en fait les crues plus importantes que la moyenne étaient souvent suivies par d'autres crues plus importantes que la moyenne et qu'il en était de même pour les crues inférieures à la moyenne. En d'autres termes, les crues étaient cycliques avec une particularité : la durée de ces cycles

³⁸⁵ Hurst H. E., "The long-term storage capacity of reservoirs" in *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 1951, 116.

³⁸⁶ Mignon V. (1998, op. cit.).

³⁸⁷ Peters E. E., *Fractal market analysis*, 1994, collection Wiley finance editions, John Wiley & Sons Inc.

était variable. Les tests statistiques ne permettaient pas de mettre en évidence une corrélation.

Hurst avait connaissance des travaux d'Einstein sur le mouvement brownien. Ce modèle décrit mathématiquement le mouvement aléatoire d'une particule immergée dans un liquide et soumise à aucune autre interaction que les chocs avec les particules, plus petites, du liquide. Einstein découvrit que le déplacement le plus probable d'une particule après un intervalle de temps donné est proportionnel à la racine carrée du temps écoulé (formule 4.1).

$$r = t^{0.5} \quad (4.1)$$

avec :

r : distance parcourue,

t : unité de temps.

La dispersion des données croît donc avec le temps. Hurst eut l'intuition qu'en utilisant cette propriété, il pourrait montrer que les crues du Nil ne sont pas indépendantes.

Soit une série temporelle de n valeurs consécutives X_1, X_2, \dots, X_n . X_n est pour l'année n le débit du Nil, également appelé décharge annuelle. \bar{X}_n est la moyenne de la série.

Soit $\sum_{j=1}^k X_j$ le débit total du Nil pendant les k premières années.

On peut définir Y_k , somme des écarts à la moyenne à la date k , tel que :

$$Y_k = \sum_{j=1}^k (X_j - \bar{X}_n) \quad (4.2)$$

Soit R l'étendue des sommes partielles des écarts de la série à sa moyenne, en d'autres termes la différence entre les valeurs maximale et minimale de Y_k . Formellement :

$$R = \max_{1 \leq k \leq n} Y_k - \min_{1 \leq k \leq n} Y_k \quad (4.3)$$

Soit S_n l'écart-type de la série des X_n que l'on peut écrire :

$$S_n = \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X}_n)^2 \right]^{1/2} \quad (4.4)$$

En calculant R/S sur 690 séries géophysiques dont les débits d'eau du Nil, Hurst (1951)³⁸⁸ arrive à la conclusion que ce ratio se comporte comme n^H avec H égal en moyenne à 0,73. Par exemple, pour les décharges du Nil, il trouve 0,91. Mignon (1998)³⁸⁹ rappelle que ce résultat est en contradiction avec ceux généralement obtenus pour les processus indépendants, de Markov ou stochastiques à mémoire courte car, pour toute série stationnaire gaussienne à valeurs indépendantes ou pour tout processus stationnaire faiblement dépendant, R/S doit se comporter asymptotiquement comme $n^{0,5}$ à une constante multiplicative près.

D'après la découverte de Hurst, on peut écrire que :

$$(R/S)_n \cong n^H \quad (4.5)$$

avec :

n : nombre d'observations,

H : nombre compris au sens strict entre zéro et un, appelé exposant de Hurst.

En général, R/S croît lorsque n augmente. On remarquera que le lien entre R/S et H est une loi de puissance.

En utilisant les logarithmes et en généralisant, la formule 4.5 devient :

$$\log (R/S) \cong H * \log (n) \quad (4.6)$$

que l'on peut écrire :

$$H \cong \frac{\log (R/S)}{\log (n)} \quad (4.7)$$

³⁸⁸ Hurst H. E. (1951, loc. cit.).

³⁸⁹ Mignon V. (1998, op. cit.).

Pour Mignon (1998)³⁹⁰, l'exposant de Hurst permet de classer les séries temporelles en fonction de leur structure de dépendance. Il faut distinguer trois cas à l'intérieur du domaine de définition de H qui est $]0;1[$:

- Si $H = 0,5$, il n'y a pas de dépendance long terme ;
- Si H est, au sens strict, supérieur à $0,5$ et inférieur à 1 , les autocorrélations sont positives et décroissent très lentement, le processus est affecté de mémoire longue ;
- Si H est, au sens strict, supérieur à 0 et inférieur à $0,5$, le processus est anti persistant, une variation dans un sens va tendre à être compensée par une variation dans l'autre sens.

Les figures 4.1 à 4.3 illustrent la forme de processus correspondant à chacun de ces cas. Ce sont des simulations d'un bruit gaussien fractionnaire³⁹¹ (huit mille observations).

Le graphique de gauche représente le processus, celui de droite le cumul des observations. On remarquera que plus H est élevé, plus la courbe cumulative est "rugueuse". En d'autres termes, elle est marquée par un nombre plus faible d'oscillations de plus grande amplitude.

Mandelbrot (1973)³⁹² indique que R/S mesure *"l'intensité de la propensité qu'a une chronique à être cyclique mais non périodique, comportement qui constitue un aspect de la dépendance à long terme"*.

Les séries affectées par de la mémoire longue se comportent comme des séries non stationnaires sur des périodes assez courtes en raison de leur nature cyclique. Il faut s'assurer de la stationnarité d'un processus avant d'estimer la mémoire longue (Mignon, 1998).

³⁹⁰ Mignon V. (1998, op. cit.).

³⁹¹ Un bruit gaussien fractionnaire (Bardet J.-M., "La mémoire longue en économie : discussion et commentaires", document disponible à l'adresse : <http://www-sv.cict.fr/lsp/Fp/Bardet/LMeconomie.ps>, consulté le 17/07/2010) est obtenu à partir d'un processus brownien fractionnel (Nualart D., "Fractional brownian motion: stochastic calculus and applications", 2006, actes du congrès international des mathématiciens organisé par la Société Européenne de Mathématiques, Madrid, Espagne).

³⁹² Mandelbrot B., "Le problème de la réalité de cycles lents et le syndrome de Joseph", leçon faite au Collège de France le 22 janvier 1973 sur l'invitation du professeur François Perroux.

Figure 4.1 : processus anti-persistant - $H=0,1$ (source : Mignon, 1998³⁹³)

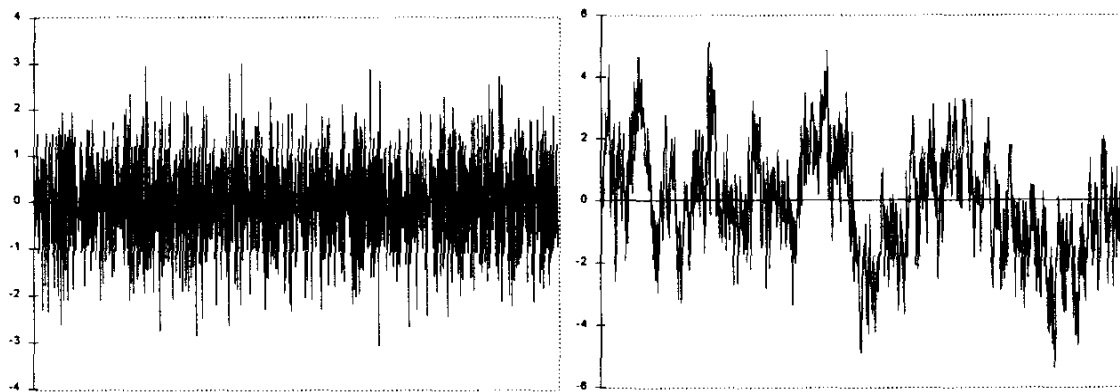


Figure 4.2 : processus sans mémoire longue - $H=0,5$ (source : Mignon, 1998)

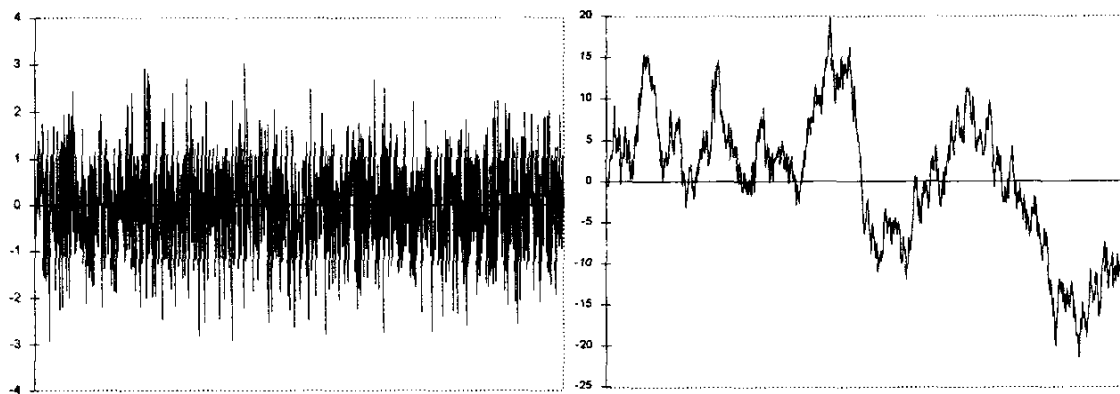
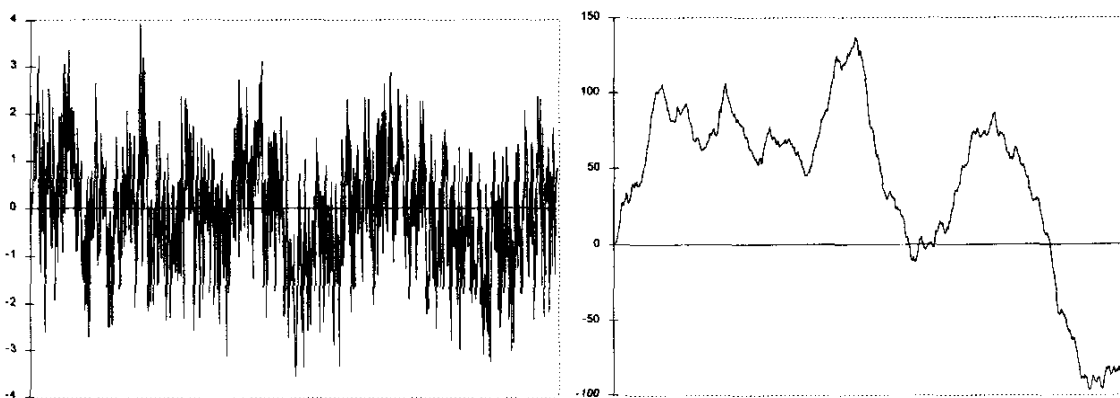


Figure 4.3 : processus à mémoire longue - $H=0,9$ (source : Mignon, 1998)



³⁹³ Mignon V. (1998, op. cit.).

4.1.2 - Mémoire longue : un champ d'application très large

Après avoir découvert la relation entre les décharges du Nil, Hurst étudia les historiques d'autres phénomènes naturels. Parmi ceux-ci, on peut citer : les déversements annuels du lac Huron et de la Truckee River ; les niveaux d'eau annuels du lac Dalälven en Suède ; les précipitations à Adélaïde en Australie ou à Washington DC ; l'épaisseur des sédiments dans les lits de lacs en Russie, en Norvège, au Canada ; les températures dans plusieurs villes dont Saint-Louis et Helsinki, l'épaisseur des cernes de troncs de pins et de séquoias. Sur l'ensemble de ces observations, selon les calculs faits par Hurst³⁹⁴, H varie entre 0,63 (pressions atmosphériques) et 0,79 (épaisseurs des cernes de troncs d'arbres). La moyenne est égale à 0,726. Ces résultats montrent que des phénomènes naturels très différents ont un comportement assez proche. Ils furent accueillis avec scepticisme.

En 1963, Mandelbrot³⁹⁵, chercheur chez IBM, publie une étude sur les cours du coton. Les résultats le conduisent à penser que la distribution des rentabilités ne doit pas être approchée par une loi normale mais par une loi de puissance. Après un cours à Harvard, on lui parle d'une autre personne qui s'intéresse aux lois de puissance dans le domaine de l'hydrologie : Hurst. La formule 4.5 permet de mettre en évidence le lien entre mémoire longue et loi de puissance. Mandelbrot s'intéresse alors aux travaux de Hurst, il crée les concepts d'"effet Joseph" et d'"effet Noé" à partir de références à la Genèse. L'"effet Joseph" illustre les cycles économiques, financiers ; l'"effet Noé" la brutalité de certains événements comme les krachs boursiers ou, pour reprendre les termes de Mandelbrot (1997)³⁹⁶, une "discontinuité majeure isolée".

Mandelbrot fait des recherches de mémoire longue sur différents marchés ou actions en remarquant que plusieurs phénomènes économiques (inflation) ou climatiques, qui influencent les marchés, sont affectés par des phénomènes de mémoire longue. Les résultats, obtenus difficilement en raison des limites de l'informatique de cette époque, sont contrastés. H ressort à 0.7 pour les prêts des banques aux agents de change, appelés "call money". Curieusement, H est égal à 0.5 sur un marché comme celui du blé,

³⁹⁴ Hurst H. E., (1951, loc. cit.).

³⁹⁵ Mandelbrot B., Hudson R. L. (2005, op. cit.).

³⁹⁶ Mandelbrot B., "L'application des fractales à la finance" in *Pour la Science*, 1997, 234.

pourtant influencé par les données climatiques. Le résultat est identique pour les bons britanniques. Au-delà de ces expériences, Mandelbrot participe largement à faire connaître les travaux de Hurst grâce à sa notoriété en tant que créateur des fractales.

A partir de là, de nombreux chercheurs travailleront sur la mémoire longue, certains proposeront une évolution de la méthode de calcul du coefficient de Hurst. Ce sera l'objet de la prochaine section.

4.1.3 - Mémoire longue : quel estimateur ?

De nombreuses recherches de mémoire longue ont été menées, ces études ont porté sur des séries très diverses mais aussi sur l'étude et l'utilisation d'estimateurs très différents. La question qui est posée est donc le choix d'un estimateur fiable. Dans cette section, nous présenterons les plus courants

4.1.3.1 - R/S modifié

Lo (1991)³⁹⁷ met en évidence la sensibilité du calcul de R/S à la dépendance à court terme, en d'autres termes à la mémoire courte, de la série temporelle étudiée, ce qui peut conduire à une forte surévaluation de R/S. Pour pallier ce qui est selon lui une faiblesse, il propose un nouveau mode de calcul de R/S, généralement appelé R/S modifié. En réalité, seul S est différent, il est remplacé par :

$$\hat{\sigma}_n(q) = \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X}_n)^2 + \frac{2}{n} \sum_{j=1}^q \omega_j(q) \left[\sum_{i=j+1}^n (X_i - \bar{X}_n)(X_{i-j} - \bar{X}_n) \right] \right]^{0,5} \quad (4.8)$$

avec

$$\omega_j(q) = 1 - \frac{j}{q+1} \quad (q < n) \quad (4.9)$$

³⁹⁷ Lo A. W., "Long-term memory in stock market prices" in *Econometrica*, 1991, vol. 5, 5.

Par rapport à S, le calcul de $\hat{\sigma}_n(q)$ inclut donc les auto-covariances pondérées en fonction des décalages q.

Andrews (1991)³⁹⁸ préconise de choisir pour q la partie entière de k_n calculé de la manière suivante :

$$k_n = \left(\frac{3n}{2}\right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{2\hat{\rho}}{1-\hat{\rho}^2}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (4.10)$$

avec $\hat{\rho}$ estimateur du coefficient d'autocorrélation d'ordre un.

Outre R/S modifié, Lo (1991)³⁹⁹ montre que l'on peut calculer V, qui est égal à R/S modifié divisée par $n^{0,5}$, pour définir le seuil de signification de la différence entre H et 0,5 en utilisant les valeurs reprises dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1: seuils de signification de R/S modifié en fonction de V (source : Lo, 1991)

| Valeurs de V | Seuil de signification |
|--------------|------------------------|
| 1,473 | 20% |
| 1,620 | 10% |
| 1,747 | 5% |
| 1,862 | 2,50% |
| 2,098 | 0,50% |

³⁹⁸ Andrews D., "Heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix estimation" in *Econometrica*, 1991, vol.59.

³⁹⁹ Lo A. W. (1991, loc. cit.).

4.1.3.2 - L'utilisation de l'estimation des processus ARFIMA

Les modèles ARFIMA (*auto regressive fractionally integrated moving average*) sont souvent retenus pour modéliser les processus à mémoire longue car, contrairement aux modèles ARMA (*auto regressive moving average*), ils intègrent un paramètre d'intégration fractionnaire qui prend en compte la décroissance lente des autocorrélations. Ils sont définis par p , d et q qui sont respectivement les paramètres d'auto-régression, de retard et de moyenne mobile. Il y a une relation mathématique entre d , paramètre retard, et H , exposant de Hurst :

$$H = d + 0.5 \quad (4.11)$$

On peut donc estimer H à partir de d .

L'estimation des paramètres d'un processus ARFIMA peut se faire en une ou deux étapes. Dans le cas d'une résolution en une étape, la plus performante, on définit simultanément p , d et q . Dans le cadre d'une résolution en deux étapes, on commence généralement par estimer d . Si on ne connaît pas H , ce qui est notre hypothèse, on utilise la méthode de Geweke et Porter-Hudak (1983)⁴⁰⁰, dite méthode spectrale. Cette méthode est généralement considérée comme peu puissante (Mignon, 1998⁴⁰¹), surtout si d est proche de 0 (H proche de 0,5).

4.1.3.3 - Autres estimateurs de H

Outre celles détaillées précédemment, de nombreuses méthodes ont été proposées pour estimer H (cf. Chamoli et al. (2007)⁴⁰² ou Mielniczuk et Wojdyllo (2007)⁴⁰³). A titre d'exemple, on peut citer les *roughness length* et semi-variogramme.

⁴⁰⁰ Geweke J. et Porter-Hudak S., "The estimation and application of long memory time series models" in *Journal of Time Series Analysis*, 1983, vol. 4, 4.

⁴⁰¹ Mignon V. (1998, op. cit.).

⁴⁰² Chamoli A., Bansal A. R. et Dimri V. P., "Wavelet and rescaled range approach for the Hurst coefficient for short and long time series" in *Computer & Geosciences*, 2007, vol. 33, 1.

⁴⁰³ Mielniczuk J. et Wojdyllo P., "Estimation of Hurst exponent revisited" in *Computational Statistics & Data Analysis*, 2007, vol. 51, 9.

4.1.3.3.1 - Roughness length method (RL)

L'utilisation de la méthode RL oblige à définir préalablement le concept d'auto-affinité. Soit, dans un espace euclidien de dimension E , un ensemble S de points dont les coordonnées peuvent être représentées par le vecteur x tel que :

$$x = (x_1, \dots, x_E) \quad (4.12)$$

Suite à une transformation auto-affine, l'ensemble S devient l'ensemble $r(S)$ des points de coordonnées :

$$r(x) = (r_1 x_1, \dots, r_E x_E) \quad (4.13)$$

Il y a donc autant de coefficients que de dimensions dans l'espace E .

L'auto-affinité peut être statistique si chaque sous-ensemble de S a une distribution identique à celle de $r(S)$.

Un processus $X(t)$ est auto-affine de paramètre d'auto-affinité A si, pour tout r positif, la distribution en échantillon fini de $X(rt)$ est la même que celle de $r^A X(t)$. La formule 4.14 permet de formaliser cette relation.

$$X(rt) \stackrel{d}{=} r^A X(t) \quad (4.14)$$

$\stackrel{d}{=}$ représente l'égalité en distribution.

On remarque que les facteurs d'échelle sont différents : r pour t , r^A pour $X(t)$. En d'autres termes, quand t est multiplié par r , $X(t)$ l'est par r^A .

Dans une série auto-affine, l'écart-type calculé sur une partie des données est fonction du nombre d'observations inclus dans cette partie (Malinverno, 1990⁴⁰⁴). Cette propriété est à la base de la méthode RL.

⁴⁰⁴ Malinverno A., "A simple method to estimate the fractal dimension of a self-affine series" in *Geophysical Research Letter*, 1990, vol. 17, 11.

Dans une première étape, on calcule RMS (*root mean square*).

$$\text{RMS}(w) = \frac{1}{n_w} \sum_{i=1}^{n_w} \sqrt{\frac{1}{(m_i-2)} \sum_{j \in W_i} (r(j) - \bar{r})^2} \quad (4.15)$$

avec,

n_w : nombre de parties de taille w ,

m_i : nombre de points dans la $i^{\text{ème}}$ partie W_i ,

$r(j)$: résidu de la droite de tendance,

\bar{r} : moyenne des résidus $r(j)$.

On peut remarquer la division par $(m_i - 2)$ et non m_i . Chamoli et al. (2007)⁴⁰⁵ justifie cette particularité par le fait que deux paramètres, la pente et l'ordonnée à l'origine, sont estimés par la droite de tendance.

On calcule RMS pour des valeurs de w allant de 10 points à un nombre égal à 20 % du nombre total de données (Malinverno, 1990⁴⁰⁶).

On peut exprimer la relation entre l'exposant de Hurst, H , et RMS comme suit (Malinverno, 1990) :

$$\text{RMS}(w) = aw^H \quad (4.16)$$

avec a constante réelle.

Si on représente sur un graphique les points $(\log(w); \log(R(w)))$, H est la pente de la droite reliant ces points.

⁴⁰⁵ Chamoli A., Bansal A. R. et Dimri V. P. (2007, loc. cit.).

⁴⁰⁶ Malinverno A. (1990, loc. cit.).

4.1.3.3.2 - La méthode du semi-variogramme

Le semi-variogramme V d'une série de données peut être calculé selon la formule 4.17.

$$V(r) = \frac{1}{2N(r)} \sum_{i=1}^{N(r)} (z(i) - z(i + r))^2 \quad (4.17)$$

avec,

r : retard entre deux points,

$N(r)$: le nombre de paires compte-tenu du retard r ,

$Z(i)$: la valeur correspondant à la position i .

On peut exprimer la relation entre l'exposant de Hurst, H , et $V(r)$ comme suit (Oliver et Webster, 1986⁴⁰⁷) :

$$V(r) = ar^{2H} \quad (4.18)$$

avec a constante réelle.

Pour calculer H , le retard utilisé ne doit pas dépasser un quart de la taille de l'historique (Oliver et Webster, 1986).

De la même manière que dans la méthode RL, on représente sur un graphique les points $(\log(w); \log(R(w)))$, H est la pente de la droite reliant ces points.

Estimer H oblige naturellement à choisir une méthode. Ce sera l'objet de la suite de cette étude.

⁴⁰⁷ Oliver A. O. et Webster R., "Semi-variograms for modeling the spatial pattern of landform and soil properties" in *Earth Surface Processes and Landforms*, 1986, vol. 11, 5.

4.1.3.4 - Le choix d'un estimateur

A partir de séries de 100 à 440 observations, générées grâce à un mouvement brownien fractionnaire avec des valeurs de H connues (comprises entre 0,4 et 0,9), Chamoli et al. (2007)⁴⁰⁸ ont comparé les valeurs de H estimées grâce à plusieurs méthodes.

Il en ressort que R/S est une des toutes meilleures techniques, surtout si H est au moins égal à 0,6 et que le nombre d'observations est limité. On remarquera que le problème de sensibilité de R/S à la mémoire court terme n'était pas pris en compte.

Yulmetyev et al. (2001)⁴⁰⁹ ont montré que R/S était un bon estimateur de H pour des séries plus longues, allant de mille à dix mille observations.

Ces résultats et l'utilisation de R/S par de nombreux chercheurs (voir section 4.1.4) nous conduisent à retenir R/S comme estimateur de l'exposant de Hurst dans les applications proposées à la fin de ce chapitre. R/S modifié sera également utilisé en raison de la proximité entre les deux formules et de la possibilité de calculer un seuil de signification pour R/S modifié.

L'intérêt suscité par la mémoire longue a conduit à la publication de nombreux articles en finance. Nous présentons un certain nombre d'entre eux dans la suite de cette étude.

⁴⁰⁸ Chamoli A., Bansal A. R. et Dimri V. P. (2007, loc. cit.).

⁴⁰⁹ Yulmetyev R., Gafarov F., Hanggi P., Nigmatullin R., Kayumov S., "Possibility between earthquake and explosion seismogram differentiation by discrete stochastic non-Markov processes and local Hurst exponent analysis" in *Physical Review E*, 2001, vol. 64, 6.

4.1.4 – Finance et mémoire longue

Après que Mandelbrot a mis sur le devant de la scène la notion de mémoire longue, de nombreux chercheurs ont travaillé sur ce sujet, dans des domaines divers : finance, économie, géophysique, astronomie. Adelman (1965)⁴¹⁰ est le premier à envisager l'utilisation de l'exposant de Hurst pour modéliser les cycles économiques à long terme.

Sans prétendre à l'exhaustivité, cette section sera consacrée à la présentation d'études relatives à la mémoire longue et réalisées dans le domaine de la finance.

4.1.4.1 - Rentabilités et mémoire longue

Le *Beveridge wheat price index* (figure 4.4), introduit par Beveridge (1921)⁴¹¹, mesure le prix du blé dans l'Europe de l'Ouest et en Europe centrale de 1500 à 1869. Baillie (1996)⁴¹² met en évidence la lente décroissance des autocorrélations (figure 4.5) dans cette série économique disponible sur très longue période. La longueur de l'historique en fait une série particulièrement intéressante voire unique pour l'analyse de phénomènes économiques et même financiers puisque le blé est coté sur les marchés à terme.

A l'origine, Beveridge voulait rechercher des cycles à périodicité fixe. En fait, il semble que l'on soit en présence d'un phénomène de mémoire longue, donc de cycles apériodiques.

Cheung (1993)⁴¹³ met en évidence des phénomènes de mémoire longue sur les parités franc français/dollar et livre sterling/dollar en utilisant des données mensuelles pour une période qui va de janvier 1974 à décembre 1989.

⁴¹⁰ Adelman I., "Long cycles: fact or artefact?", in *American Economic Review*, juin 1965.

⁴¹¹ Beveridge W. H., "Wheat Prices and rainfall in western Europe" in *Journal of the Royal Statistical Society*, 1922.

⁴¹² Baillie R. T., "Long memory process and fractional integration in econometrics" in *Journal of Econometrics*, 1996, 73.

⁴¹³ Cheung Y. W. et Lai K. S., "A fractional cointegration analysis of purchasing power parity" in *Journal of Business and Economic Statistics*, 1993, vol. 1, 1.

Figure 4.4 : cours du *Beveridge wheat price index* de 1500 à 1869 (source : Baillie, 1996⁴¹⁴)

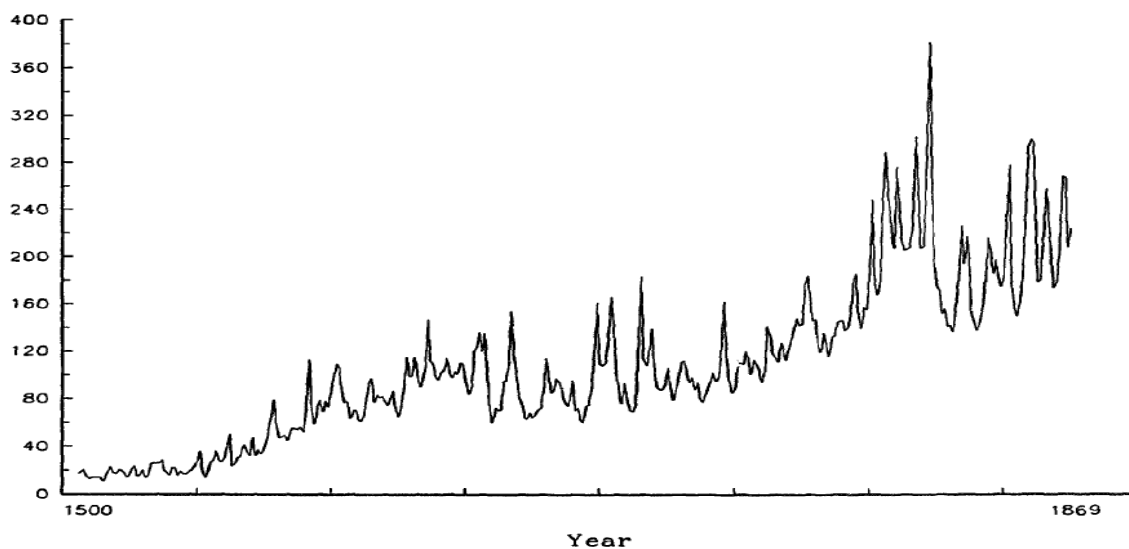
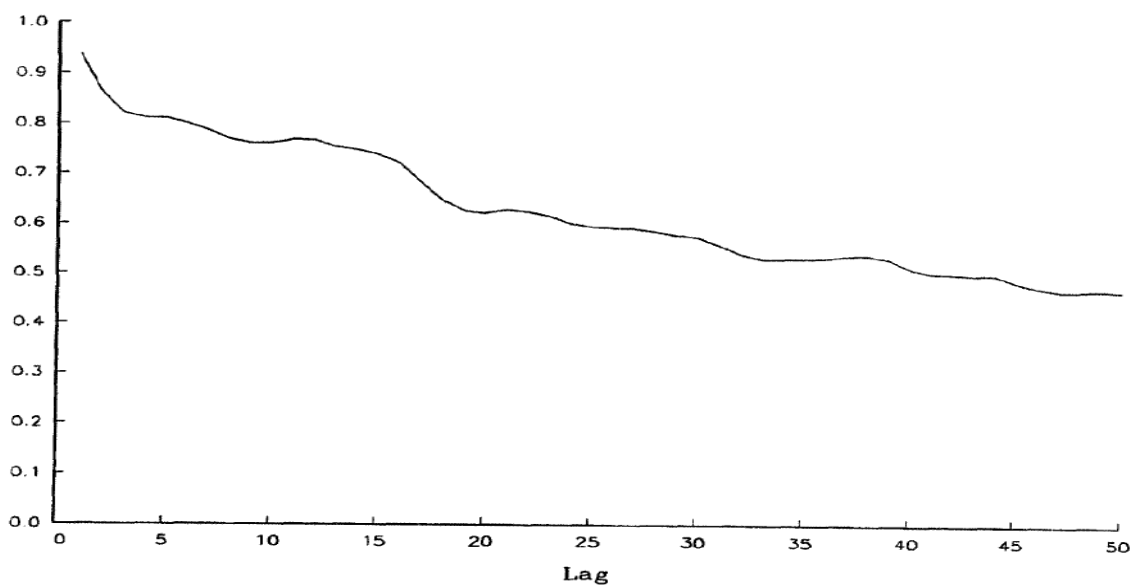


Figure 4.5 : corrélogramme du *Beveridge wheat price index* (source : Baillie, 1996)



Remarque : le retard (*lag*) est exprimé en années

⁴¹⁴ Baillie R. T. (1996, loc. cit.).

Sur le marché des actions, Greene et Fielitz (1977)⁴¹⁵ sont les premiers à utiliser R/S pour analyser le comportement des rentabilités des actions. Lo (1991)⁴¹⁶ souligne qu'en présence de mémoire longue, on devrait remettre en cause par exemple :

- L'optimisation de l'arbitrage consommation/épargne ;
- Les choix de portefeuille qui seraient très dépendants de l'horizon d'investissement ;
- L'évolution stochastique des rentabilités et donc le modèle de valorisation des dérivés de Black and Scholes.

Dans cette même étude, en 1991, Lo publie une étude consacrée à la recherche de mémoire longue sur les actions dans laquelle il présente la statistique R/S modifiée (cf. 4.1.3). Il utilise les indices CRSP (*Center for research in security prices*) non pondérés calculés selon des fréquences mensuelle (du 30 janvier 1926 au 31 décembre 1987, soit sept cent quarante-quatre observations) et journalière (du 3 juillet 1962 au 31 décembre 1987, soit six mille quatre cent neuf observations). L'utilisation de R/S modifiée comme estimateur le conduit à conclure à une absence de mémoire longue sur les marchés actions américains. La mémoire longue trouvée en utilisant R/S serait donc en fait de la mémoire courte. Lo justifie la présence de ces autocorrélations par une intégration progressive des informations dans les cours. Il précise que ce travail ne remet pas en cause la possibilité d'avoir de la mémoire longue dans des agrégats économiques et donc des cycles économiques comme ceux de Kondratiev.

Utilisant d'une manière originale la statistique R/S sur les données du Dow Jones Industrial Average, Peters (1994)⁴¹⁷ met en évidence un cycle d'environ quatre ans. Ce résultat est confirmé par l'étude des données sur plusieurs échelles de temps et par une étude antérieure qu'il avait menée sur le Standard & Poor's 500⁴¹⁸. L'utilisation de données à haute fréquence, de 5 à 30 minutes, toujours sur le Standard & Poor's 500, lui permet de montrer que, sur ces échelles de temps, la mémoire est beaucoup plus à court terme ; il y a peu de mémoire longue. Peters en conclut que l'information a un impact différent suivant l'échelle de temps considérée, les données ont donc une structure

⁴¹⁵ Greene M.T. and Fielitz B.D., "Long-term dependence in common stock returns" in *Journal of Financial Economics*, 1977, 5, 339-349.

⁴¹⁶ Lo A.W., (1991, loc. cit.).

⁴¹⁷ Peters E. E. (1994, op. cit.).

⁴¹⁸ Peters E. E., "A chaotic attractor for the S&P 500" in *Financial Analysts Journal*, March/April 1991.

différente. Remarquant que, sur le marché des changes, les banques centrales ont un objectif différent de celui d'un intervenant classique, qui cherche à optimiser son rapport rentabilité/risque, Peters (1994)⁴¹⁹ constate que plusieurs "paires" comme la livre sterling contre dollar, le mark contre dollar, ou le yen contre livre sterling sont bien affectées de mémoire longue mais sans cycle mesurable. Peters évoque la notion de mémoire infinie pour ces séries.

Mignon (1998)⁴²⁰ étudie les phénomènes de mémoire longue sur différents indices actions en utilisant R/S et R/S modifié. En pratique, les calculs sont faits sur les rentabilités journalières logarithmiques. Le tableau 4.2 récapitule les résultats. On constate que toutes les valeurs de H sont supérieures à 0,5. Les valeurs de V, qui permet de définir le seuil de signification de R/S modifié (cf. tableau 4.1), montrent que seuls le FT 500 et le BCI sont caractérisés par un effet de mémoire longue avec une différence significative au seuil de 10 %. Pour le TOPIX, le seuil de signification est égal à 20 %.

Tableau 4.2 : coefficients de Hurst estimés en utilisant R/S et R/S modifié et calculés pour différents indices actions (source : Mignon, 1998)

| Série | Analyse R/S | Analyse R/S modifiée |
|--------------------------|-------------|-----------------------|
| SP 500 (Etats-Unis) | H = 0,5286 | H = 0,5227 V = 1,2232 |
| FT 500 (Grande-Bretagne) | H = 0,5934 | H = 0,5752 V = 1,9448 |
| SBF 250 (France) | H = 0,5454 | H = 0,5384 V = 1,3208 |
| TOPIX (Japon) | H = 0,5589 | H = 0,5532 V = 1,6004 |
| TSE 300 (Canada) | H = 0,5381 | H = 0,5134 V = 1,1254 |
| FAZ (Allemagne) | H = 0,5301 | H = 0,5297 V = 1,3010 |
| BCI (Italie) | H = 0,5851 | H = 0,5753 V = 1,9404 |

En reprenant les mêmes indices actions, Mignon teste la capacité qu'ont les modèles ARFIMA (cf. 4.1.3.2) à permettre une prévision des rentabilités pour des durées allant de 1 à 480 jours. Il en ressort que les anticipations calculées ainsi sont plus fiables que celles faites en adoptant le principe de la marche au hasard (prévision naïve) à l'exception de la rentabilité à un jour pour le TSE300 et le BCI. En outre, les prévisions

⁴¹⁹ Peters E. E. (1994, op. cit.).

⁴²⁰ Mignon V. (1998, op. cit.).

par des modèles ARFIMA ont une supériorité qui croît avec l'horizon temporel de la prévision, ce qui est cohérent avec le caractère long terme des phénomènes de mémoire étudiés.

Viviani (2001)⁴²¹ fait une recherche de mémoire longue sur les actions françaises qui composent le CAC 40 avec un historique de 1515 cours journaliers pour chaque titre (du 1^{er} janvier 1992 au 22 octobre 1997). Il retient le seuil de signification de 5 % et, en utilisant d'une manière particulière l'évaluation faite par R/S et R/S modifié, montre que seules quatre actions (Air Liquide, Havas, Legrand et Pernod-Ricard) ne sont pas affectées par de la mémoire longue.

S'il est difficile de faire une synthèse des différentes études citées ci-dessus, on peut tout de même remarquer qu'on ne peut pas plus affirmer qu'infirmier que les rentabilités des actifs cotés sur les marchés financiers sont affectées de mémoire longue. Chaque support semble devoir être traité comme un cas particulier. Qu'en est-il pour la volatilité ? Ce sera l'objet de la suite de ce développement.

4.1.4.2 - Volatilité et mémoire longue

Taylor (1986)⁴²² remarque que les autocorrélations des valeurs absolues des rentabilités des actions décroissent très lentement, Dacorogna, Muller, Nagler, Olsen et Pictet (1993)⁴²³ mettent en évidence le même phénomène pour le carré des variations des taux de change. Leur étude est faite à partir de données intraday (fréquence : vingt minutes) sur une période de quatre ans. La valeur absolue ou le carré des rentabilités sont des mesures de la volatilité.

⁴²¹ Viviani J-L, "Etude de la mémoire longue des rendements des actions de l'indice CAC 40" in *Journal de la Société Française de Statistique*, 2001, vol. 42, 2.

⁴²² Taylor S., *Modeling financial time series*, 1986, Wiley, Chichester.

⁴²³ Dacorogna M. M., Muller U. A., Nagler R. J., Olsen R. B. et Pictet O.V., "A geographical model for the daily and weekly seasonal volatility in the foreign exchange market" in *Journal of International Money and Finance*, 1993, vol. 12, 4.

Chaouachi (2005)⁴²⁴ montre que, s'il n'y a pas de mémoire longue dans la série des rentabilités du pétrole, la volatilité de ces rentabilités est bien caractérisée par des phénomènes de persistance.

DiSario et al. (2007)⁴²⁵ confirment la présence de mémoire longue dans les volatilités du SP 500 en utilisant le carré, la valeur absolue et le logarithme du carré des rentabilités journalières (de juillet 1962 à décembre 2000).

Power et Turvey (2010)⁴²⁶ confirment l'existence de persistance dans la volatilité sur l'ensemble des quatorze matières premières analysées. Cette étude est faite à partir de données journalières qui vont de janvier 1980 à février 2009 pour les matières premières agricoles et d'avril 1990 à février 2002 pour les énergies.

A l'opposé de ces résultats, Peters (1994)⁴²⁷ montre que la volatilité du SP 500 estimée par la variance à vingt jours annualisée des rentabilités logarithmiques (du 1^{er} janvier 1928 au 31 décembre 1989) est un phénomène anti-persistant ($H = 0,31$). On remarquera que chaque période de vingt jours est distincte ; en d'autres termes, chaque rentabilité logarithmique n'est utilisée qu'une seule fois. Peters calcule également H pour une série de volatilités implicites du SP 500. Il trouve un résultat proche du précédent ($H = 0,44$) bien que moins éloigné d'un mouvement brownien.

Après Ding et al. (1993)⁴²⁸, Lux (1996)⁴²⁹ confirme en utilisant les actions du marché allemand et l'indice Dax que le coefficient de Hurst (H) est plus élevé lorsqu'il est calculé sur la valeur absolue des rentabilités qu'à partir de leur carré, et que la dépendance à long terme est encore moins marquée sur les rentabilités.

⁴²⁴ Chaouachi M., "Détection de la mémoire longue dans la chronique de pétrole", texte disponible à l'adresse : http://team.univ-paris1.fr/seminaire/2005_Chaouachi.pdf, consulté le 04/01/2010.

⁴²⁵ DiSario R., Saraoglu H., McCarthy J. et Li H. C., "An investigation of long memory in various measures of stock market volatility, using wavelets and aggregate series" in *Journal of Economics and finance*, 2008, 2, vol. 32.

⁴²⁶ Power G. J. et Turvey C. G., "Long-range dependence in the volatility of commodity futures prices: wavelet-based evidence" in *Physica A*, 2010, 389.

⁴²⁷ Peters E. E. (1994, op. cit.).

⁴²⁸ Ding Z., Granger C. W. J. et Engle R. F., "A long memory property of stock market returns and a new model" in *Journal of Empirical Finance*, 1993, vol. 1, 1.

⁴²⁹ Lux T., "Long-term stochastic dependence in financial prices: evidence from the German stock market" in *Applied Economics Letters*, 1996, 3.

Formellement,

$$H(|r_t|) > H(r_t^2) > H(r_t) \quad (4.19)$$

avec :

H : coefficient de Hurst,

r_t : rentabilité à l'instant t .

Selon les calculs de Lux (1996), $H(|r_t|)$ et $H(r_t^2)$ sont significativement différents de 0,5, aussi bien pour l'indice Dax que pour les actions. Il en déduit que la volatilité des rentabilités est affectée par de la mémoire longue et que, puisque cette propriété est vérifiée sur l'indice et sur les actions, la mémoire longue de la volatilité de l'indice Dax n'a pas pour origine l'agrégation des volatilités des titres qui le composent.

4.1.4.3 - Volumes et mémoire longue

Lobato et Velasco (2000)⁴³⁰ utilisent les volumes échangés sur les trente actions du Dow Jones Industrial Average et, après en avoir calculé le logarithme pour éviter toute influence de l'hétéroscédasticité sur les résultats (stabilisation de la variance), montrent qu'ils sont affectés de mémoire longue.

4.1.4.4 - Conclusion

Au-delà des importantes différences de méthodologie, les recherches de mémoire longue sur les rentabilités des actifs financiers donnent des résultats contrastés. En effet, elles peuvent être affectées par de la mémoire longue mais chaque marché semble avoir ses propres caractéristiques.

En revanche, et même si la sensibilité au mode de calcul de la volatilité est très forte, la plupart des études confirment que la volatilité des rentabilités est bien caractérisée par

⁴³⁰ Lobato I-N. et Velasco C., "Long memory in stock-market trading volume", in *Journal of Business & Economic Statistics*, 2000, 18.

des phénomènes de persistance, ce qui est cohérent avec la notion de cluster de volatilité reprise dans les faits stylisés. Objets de peu d'études, les volumes semblent aussi être affectés de mémoire longue.

La notion de mémoire longue, que nous venons de détailler, sera l'un des outils utilisés dans la suite de cette étude afin de montrer que, sur de nombreux indicateurs de sentiment, les valeurs hautes ou, au contraire, basses, tendent à se succéder pour former ce que nous appelons des phénomènes de persistance. Ces résultats sont en opposition avec l'utilisation habituelle des indicateurs de sentiment dans la gestion d'actifs puisqu'ils sont le plus souvent utilisés dans le cadre de stratégies *contrarian*, en d'autres termes d'une manière telle qu'ils sont supposés être anti-persistants, au moins dans les zones extrêmes.

4.2 - Sentiment de marché et mémoire

Cette section sera consacrée à la confirmation ou à l'infirmerie de notre hypothèse :

Les indicateurs de sentiment sont des processus affectés par des phénomènes de persistance.

Pour cela, nous :

- Définirons le champ de l'étude, en particulier les données utilisées ;
- Testerons la stationnarité de ces séries ;
- Etudierons la relation entre le sentiment de marché mesuré par plusieurs indices Sentix et les rentabilités des marchés correspondants afin de vérifier que cette relation a la même nature incertaine que celle relevée dans les articles étudiés au cours du chapitre II ;
- Analyserons le comportement de ces indices Sentix lorsqu'ils sont dans des positions extrêmes ;
- Etendrons l'étude de ces indicateurs à l'ensemble des observations en mettant en évidence la présence de mémoire ;
- Elargirons l'étude à d'autres modes de mesure du sentiment, y compris, suite aux résultats du chapitre précédent, aux moments centrés d'ordre supérieur.

4.2.1 - Les données utilisées

Les exemples et calculs porteront essentiellement sur les deux marchés suivants :

- Le Standard & Poor's 500 (SP 500), indice large des marchés actions américains, support de contrats à terme très travaillés ;
- Le taux à dix ans des emprunts fédéraux américains (T-notes).

Les données, clôtures quotidiennes, proviennent de Thomson Reuters pour le SP 500 (du 03/01/1950 au 30/09/2010) et du site de la Réserve Fédérale⁴³¹ pour les taux obligataires (du 02/01/1962 au 30/09/2010).

Plusieurs critères ont conduit à ce choix. Malgré la crise financière, les Etats-Unis restent l'économie dominante. Les marchés financiers sont profondément et depuis très longtemps ancrés dans leur culture économique. De longs historiques de données sont facilement accessibles. Outre le choix évident d'un indice action et sans remettre en cause la pertinence de l'analyse de matières premières (indice CRB par exemple) ou de monnaies, le rôle central des marchés obligataires imposait d'en retenir au moins un pour cette étude. Ce rôle central des marchés obligataires tient au volume de la dette et des échanges mais aussi au lien particulier de ce marché avec la politique économique, en particulier la politique de taux. Aux Etats-Unis comme en Europe et même si les autorités ont dérogé à ce principe depuis la crise de 2008-2009, les banques centrales interviennent sur les taux courts. Les taux longs, comme les autres marchés, varient en fonction de la psychologie des opérateurs et plus particulièrement de leur anticipation d'évolution de l'inflation.

Dans une première étape, le sentiment des investisseurs sera mesuré grâce aux indices Sentix⁴³². Nous les avons choisis car nous avons pu avoir accès aux historiques très complets des indices SNTX. Nous avons en premier lieu retenu ceux relatifs aux marchés cités ci-dessus puis d'autres calculs ont été faits en prenant comme référence :

- Les monnaies avec l'euro contre le dollar US et ce même dollar US contre le yen,
- Les matières premières avec le pétrole et l'or.

Ces historiques Sentix sont arrêtés au 23 juillet 2010, dernière date disponible au moment où a été réalisée cette étude, mais n'ont pas la même longueur. Ils ont tous au moins deux cents observations hebdomadaires, ce qui permet, si on se réfère à l'étude de Chamoli et al. (2007)⁴³³, une estimation satisfaisante de H avec R/S. Concernant le SP

⁴³¹ Fichier consulté le 28/11/2010, disponible à l'adresse :

http://www.federalreserve.gov/releases/H15/data/Business_day/H15_TCMNOM_Y10.txt

⁴³² Les données ont été téléchargées à l'adresse <http://www.sentix-index.com>, page consultée le 23 août 2010.

⁴³³ Chamoli A., Bansal A. R. et Dimri V. P. (2007, loc. cit.).

500, les taux obligataires et les monnaies, on dispose de quatre cent quatre-vingt douze observations hebdomadaires.

Pour chaque marché, deux indices Sentix sont présentés systématiquement : le sentiment à court et à moyen terme. Pour l'évaluation de la mémoire (cf. 4.2.5), nous avons aussi inclus les indices de neutralité à court et moyen terme. Dans tous les cas, court terme signifie un sentiment à un mois, moyen terme à six mois. Il n'y a pas de distinction entre investisseurs individuels et professionnels sur les séries SNTX mais seuls les professionnels sont interrogés pour le taux américain à 10 ans et le cours dollar US/yen.

Afin d'élargir le champ de l'étude, l'analyse d'autres indicateurs de sentiment sera ensuite présentée. Il s'agit :

- Du put call ratio du CBOE (du 27 septembre 1995 au 30 septembre 2010, valeurs quotidiennes⁴³⁴).
- De l'indice de confiance des consommateurs du *Conference Board* (de juin 1977 à septembre 2010, valeurs mensuelles⁴³⁵).
- De l'indice de l'Association américaine des investisseurs individuels (AAII). Chaque semaine, l'AAII communique trois pourcentages pour indiquer la part de ses adhérents qui sont haussiers, baissiers ou neutres pour les six prochains mois sur le SP 500. Le pourcentage des haussiers est le plus couramment utilisé. Nous ferons tout de même les calculs pour chacun des trois. Notre historique va du 24 juillet 1987 au 30 septembre 2010⁴³⁶.
- Des skewness et kurtosis des rentabilités journalières du SP 500 et des variations quotidiennes du taux d'intérêt américain à dix ans (T-notes) calculés par trimestre civil. Le choix de cette périodicité résulte d'un compromis entre, d'une part, la sélection d'un nombre de points suffisant (environ soixante) pour s'assurer de la signification de chaque skewness et kurtosis et, d'autre part, un nombre de skewness et kurtosis assez important pour pouvoir estimer la stationnarité ou la mémoire.

⁴³⁴ Source : <http://www.cboe.com/data/putcallratio.aspx> , page consultée le 28 novembre 2010.

⁴³⁵ Source : http://future.aae.wisc.edu/data/monthly_values/by_area/998?area=US&tab=sales&grid=true, page consultée le 28 novembre 2010.

⁴³⁶ Source : <http://www.aaii.com/membersurveys/Sentiment/sentiment.xls>, page consultée le 29 novembre 2010.

Les indices de confiance de l'Université de Yale qui sont stationnaires seront inclus à titre indicatif eu égard à la faible longueur de l'historique (de juillet 2001 à septembre 2010).

Après avoir présenté les données utilisées, nous détaillerons la notion de stationnarité puisque les calculs de mémoire longue avec les estimateurs retenus n'ont de sens que sur des processus stationnaires.

4.2.2 - La stationnarité des données

Les statistiques R/S et R/S modifié ne peuvent être utilisées que sur des séries stationnaires. Nous rappellerons à quelles conditions une série peut-être considérée comme stationnaire avant de détailler le test de stationnarité utilisé, celui de Dickey-Fuller augmenté.

4.2.2.1 - La stationnarité, définitions

Un processus X_t est stationnaire au sens strict si pour tout (t_1, t_2, \dots, t_n) avec $t_i \in T, i = 1, \dots, n$, et si pour tout $\tau \in T$ avec $t_i + \tau \in T, \{X_{t_1}, \dots, X_{t_n}\}$ a la même distribution de probabilité jointe que $\{X_{t_1 + \tau}, \dots, X_{t_n + \tau}\}$.

Un processus strictement invariant a donc tous ses moments invariants dans le temps.

La stationnarité de second ordre, dite stationnarité faible, est limitée aux moments d'ordres un et deux, ce qui suppose leur existence.

Formellement, un processus X_t est stationnaire au second ordre si :

- $E(X_t) = m \quad \forall t \in Z$;
- $E(X_t^2) < \infty \quad \forall t \in Z$ (avec Z ensemble des entiers relatifs), c'est la condition d'existence de la covariance utilisée ci-dessous ;
- $\text{Cov}(X_t, X_{t+h}) = \gamma_h \quad \forall t \in Z, \forall h \in Z$ avec γ fonction d'autocovariance du processus.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour tester la stationnarité d'un processus. Nous avons retenu le plus courant, celui de Dickey-Fuller, que nous présenterons sommairement dans sa version de base et dans sa version "augmentée".

4.2.2.2 - Le test de Dickey-Fuller

Dickey et Fuller (1979)⁴³⁷ ont développé pour leur test trois modèles.

L'hypothèse nulle est la non stationnarité du processus, l'hypothèse alternative sa stationnarité.

Les trois modèles du test de Dickey-Fuller :

Modèle 1 (sans constante ni tendance déterministe) :

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.20)$$

avec $|\rho| \leq 1$ et ε_t bruit blanc (i.i.d.).

Hypothèse nulle : $\rho = 1$ donc $\Delta y_t = \varepsilon_t$ (y_t suit une marche au hasard).

Hypothèse alternative : $|\rho| < 1$, le processus est stationnaire.

Modèle 2 (avec constante et sans tendance déterministe) :

$$y_t = \mu_1 + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.21)$$

avec $|\rho| \leq 1$ et ε_t bruit blanc (i.i.d.).

Hypothèse nulle : $\rho = 1$ donc $\Delta y_t = \varepsilon_t$ (y_t suit une marche au hasard).

Hypothèse alternative : $|\rho| < 1$, le processus est stationnaire.

⁴³⁷ Dickey D. A. et Fuller W. A., "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root" in *The Journal of the American Statistical Association*, 1979, vol. 74, 366.

Modèle 3 (avec constante et tendance déterministe) :

$$y_t = \mu_2 + \beta_t + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.22)$$

avec $|\rho| \leq 1$ et ε_t bruit blanc (i.i.d.).

Hypothèse nulle : $\rho = 1$ donc $\Delta y_t = b + \varepsilon_t$ avec b constante (y_t suit une marche au hasard avec dérive).

Hypothèse alternative : $|\rho| < 1$, le processus est stationnaire.

On peut remarquer que, pour les trois modèles et dans l'hypothèse nulle, Δy_t est une marche au hasard. La marche au hasard est un processus non stationnaire puisque sa variance est une fonction du temps (Bourbonnais et Terraza, 2008⁴³⁸). Par ailleurs, l'hypothèse $|\rho| > 1$ n'est pas envisagée. En effet, dans ce cas, on dit que le processus est non stationnaire explosif.

En pratique, lors de l'application du test, les trois modèles sont écrits sous forme de variation entre $t-1$ et t .

Ce test ne prend en compte que les autocorrélations d'ordre 1. En 1981⁴³⁹, Dickey et Fuller en ont proposé une évolution appelée test de Dickey-Fuller augmenté. Il permet de généraliser aux autocorrélations d'ordre p .

Exprimés sous forme de variations, les trois modèles initiaux prennent respectivement la forme suivante :

Modèle 1a :

$$\Delta t = (\rho - 1)y_{t-1} + \sum_{j=1}^p (1 - \rho_j) \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4.23)$$

⁴³⁸ Bourbonnais R. et Terraza M., *Analyse des séries temporelles*, 2008, 2^{ème} édition, coll. Eco sup, Dunod, Paris.

⁴³⁹ Dickey D. A. et Fuller W. A., "Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root" in *Econometrica*, 1981, vol. 49, 4.

Modèle 2a :

$$\Delta t = \mu_1 + (\rho - 1)y_{t-1} + \sum_{j=1}^p (1 - \rho_j) \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4.24)$$

Modèle 3a :

$$\Delta t = \mu_2 + \beta t + (\rho - 1)y_{t-1} + \sum_{j=1}^p (1 - \rho_j) \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4.25)$$

Il n'y a pas de règle unique pour le choix de la valeur de p .

Lors du test, ρ est estimé par la méthode des moindres carrés pour le modèle considéré. Sa statistique t , l'estimateur divisé par son écart-type, est comparée aux valeurs tabulées par MacKinnon (1996)⁴⁴⁰ car elle ne suit pas une loi de Student : si la statistique t est supérieure à la valeur tabulée, on accepte H_0 , hypothèse de non-stationnarité des données.

Lardic et Mignon (2002)⁴⁴¹ détaillent le déroulement du test : on estime d'abord le modèle 3 (formule 4.25). Si la tendance est significative (utilisation des tables de Dickey-Fuller), on utilise la statistique t calculée grâce à ce modèle. Si la tendance n'est pas significative, on estime le modèle 2 (formule 4.24). Comme précédemment, si la constante est significative (utilisation des tables de Dickey-Fuller), on utilise la statistique t calculée grâce à ce modèle. Sinon, on utilise le modèle 1 (formule 4.23).

En pratique, les tests de stationnarité ont été faits avec un logiciel d'économétrie, les résultats sont présentés dans les annexes I et II.

Toutes les séries sont stationnaires (seuil de signification retenu : 5 %) à l'exception de l'indice de confiance des consommateurs du *Conference Board* (seuil de signification du test supérieur à 5% et même à 10 %). Cette série est stationnarisée en utilisant les différences premières. Parmi les indices de confiance de l'Université de Yale, seuls les

⁴⁴⁰ MacKinnon J. G., "Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests" in *Journal of Applied Econometrics*, 1996, vol. 11, 6.

⁴⁴¹ Lardic S. et Mignon V., *Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et financières*, 2002, Economica, Paris.

buy-on-dips confidence index et *one-year confidence index* sont stationnaires (seuil de signification : 5 %). Les deux autres indices sont exclus de l'étude.

4.2.3 - Sentiment de marché et rentabilités : étude empirique

Comme nous l'avons déjà indiqué, les indices de sentiment sont généralement utilisés comme des indicateurs *contrarian*. Pour tester la capacité des indicateurs Sentix à anticiper les rentabilités sur le SP500 et les taux US à 10 ans en suivant cette stratégie, nous avons calculé les rentabilités moyenne à quatre, huit, treize et vingt-six semaines selon le décile dans lequel était l'indicateur Sentix en début de période. Pour mieux faire ressortir le lien possible entre rentabilité et indice de sentiment, la rentabilité moyenne sur la période de l'étude a été soustraite du résultat initial. Les tests ont été faits pour le sentiment à un mois et à six mois. La période d'étude correspond à l'historique des indices Sentix dont nous avons pu disposer : du 23 février 2001 au 23 juillet 2010.

Les figures 4.6 à 4.9 montrent les résultats.

Figure 4.6 : écarts à la moyenne des rentabilités hebdomadaires du SP 500 selon la position de l'indice Sentix SNTXSPH1 (sentiment à 1 mois) en début de période

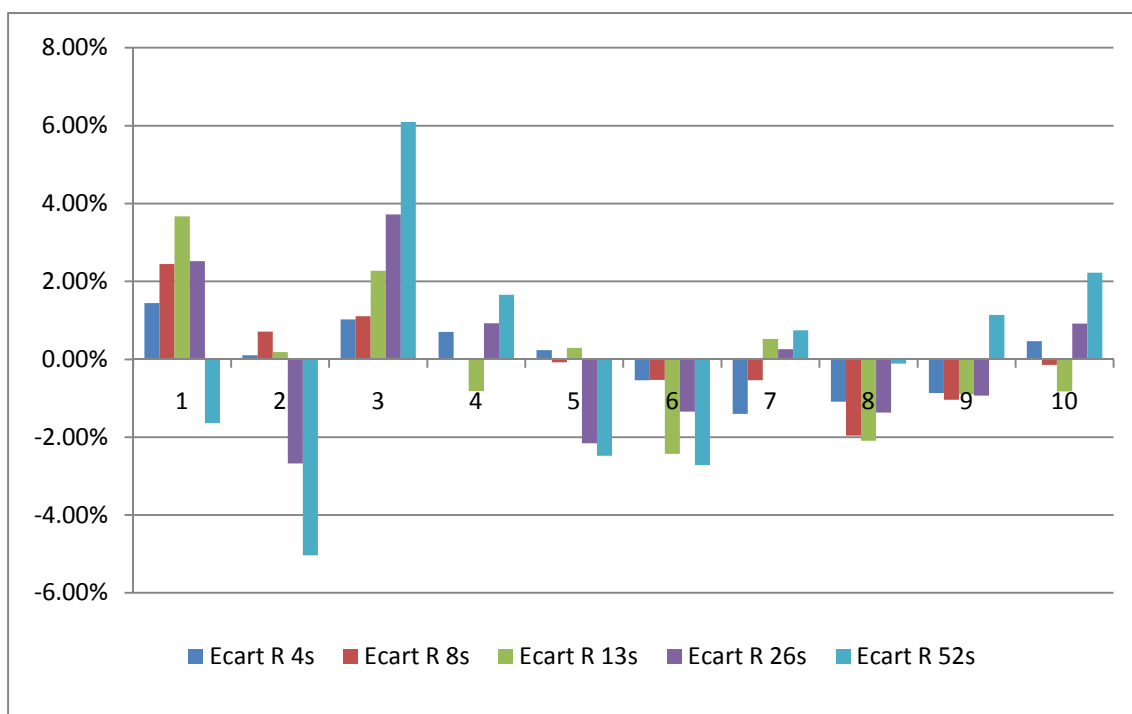


Figure 4.7 : écarts à la moyenne des rentabilités hebdomadaires du SP 500 selon la position de l'indice Sentix SNTXSPH6 (sentiment à 6 mois) en début de période

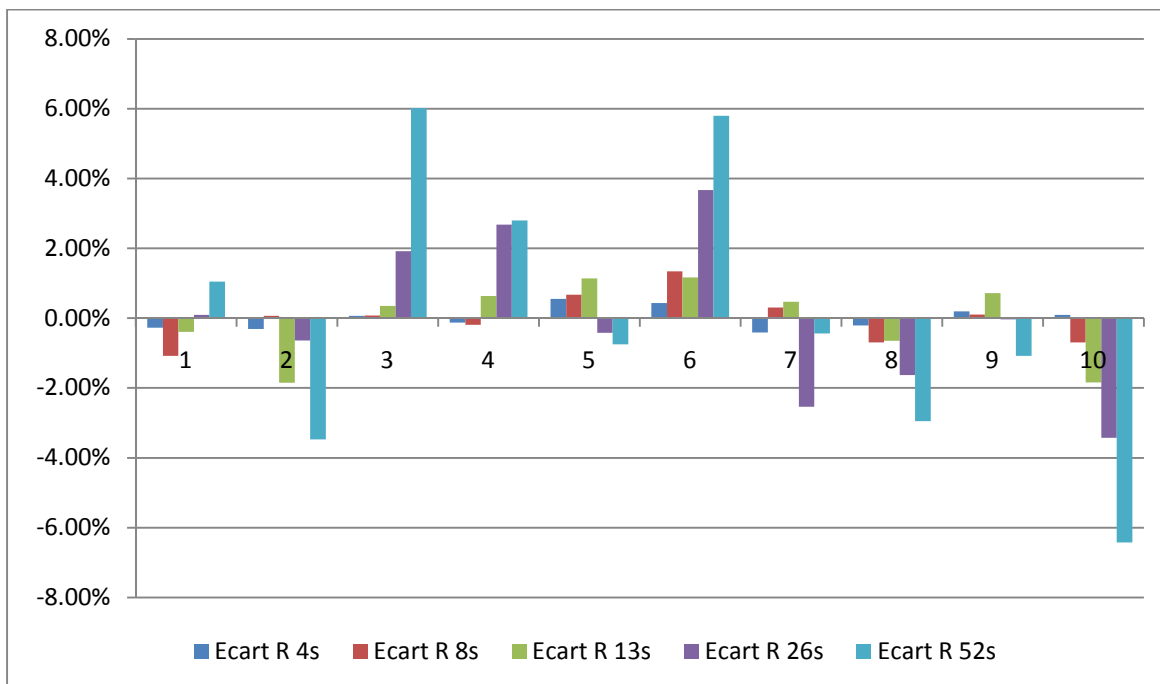


Figure 4.8 : écarts à la moyenne des variations hebdomadaires des taux US à dix ans selon la position de l'indice Sentix SNTXTYH1 (sentiment à 1 mois) en début de période

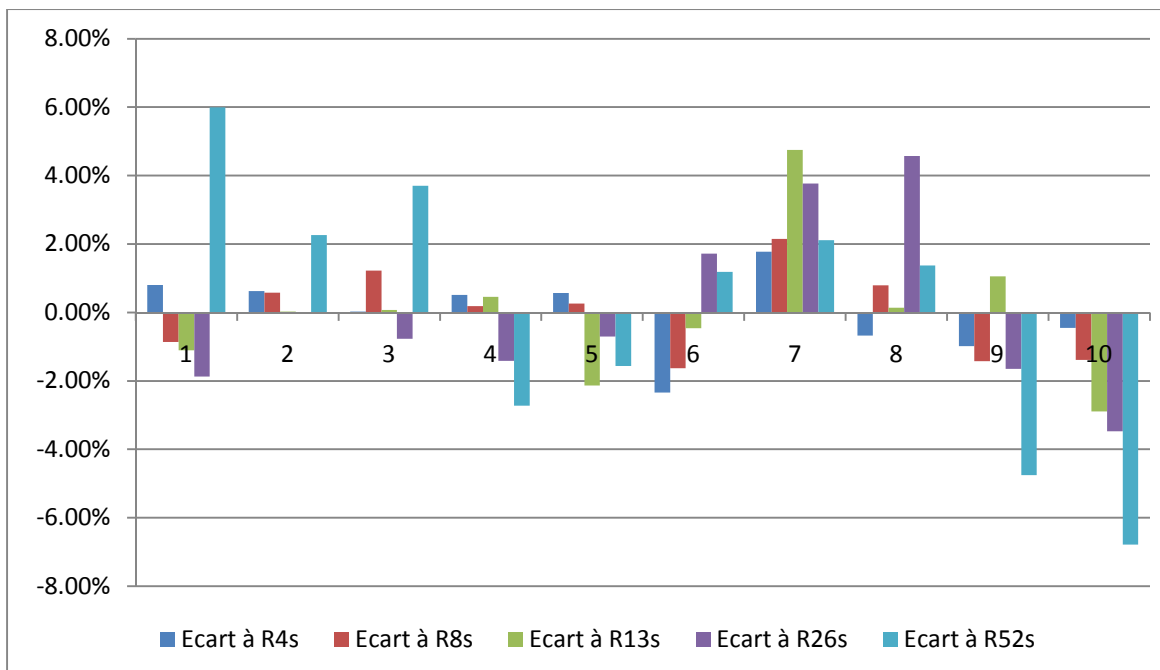
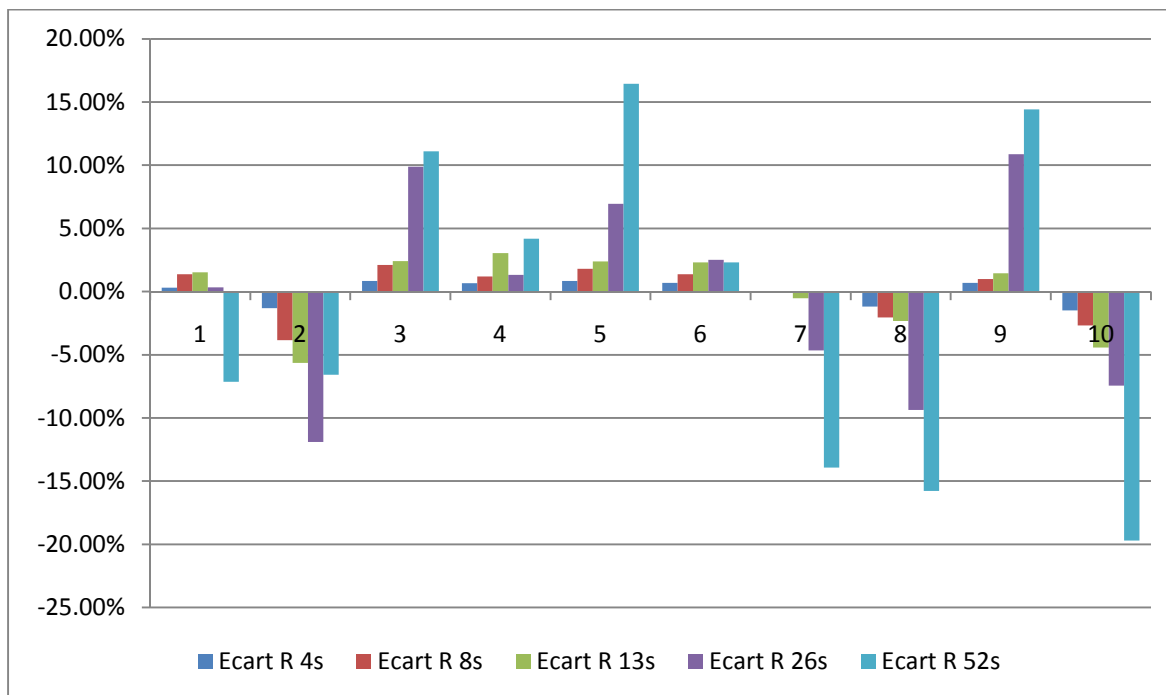


Figure 4.9 : écarts à la moyenne des variations hebdomadaires des taux US à dix ans selon la position de l'indice Sentix SNTXTYH6 (sentiment à 6 mois) en début de période



La stratégie testée conduit à s'intéresser prioritairement aux déciles "extrêmes" puisqu'il s'agit d'évaluer si, lorsque de l'indice de sentiment est dans une position particulièrement basse (marque d'un fort pessimisme), les rentabilités qui suivent sont supérieures à la moyenne et inversement. On portera donc une attention plus marquée aux premier et dixième déciles ainsi que, dans une moindre mesure, aux deuxième, troisième, huitième et neuvième déciles.

Les écarts des rentabilités à leur moyenne correspondent parfois aux attentes. Le résultat pour la rentabilité à cinquante-deux semaines sur l'indice SNTXTYH1 (sentiment à un mois sur les taux US à dix ans) en est la meilleure illustration. Cependant, le plus souvent, la stratégie testée ne semble pas être pertinente. On peut aussi remarquer une certaine asymétrie des résultats : les rentabilités qui suivent les périodes durant lesquelles l'indicateur est dans le dixième décile (fort optimisme) sont suivies de faibles rentabilités dans trois cas sur quatre. En revanche, il n'y a pas d'écart marqué après que l'indice Sentix a indiqué un fort pessimisme.

Au final, sur les marchés retenus, les résultats que nous avons obtenus sont semblables à ceux des études détaillées dans le chapitre II : sans raison apparente, un lien entre sentiment et rentabilités futures semble parfois exister mais, dans la plupart des cas, on ne décèle aucune relation. La valeur des indices de sentiment comme indicateurs *contrarian* semble donc limitée.

La faible performance de la stratégie étudiée nous conduit à poursuivre l'étude des indicateurs de sentiment en nous focalisant sur leur comportement dans les zones extrêmes.

4.2.4 - Sentiment de marché et persistances : premières observations

Comme nous l'avons expliqué, la pertinence de la stratégie *contrarian* que nous venons de tester repose sur un renversement brutal du sentiment des investisseurs après qu'a été atteint un extrême, optimisme ou pessimisme.

Dans ce contexte et pour mieux comprendre si le comportement des indicateurs de sentiment correspond bien à un renversement brutal à partir des positions extrêmes, nous avons recherché, en reprenant les mêmes exemples que précédemment, dans quel décile est l'indicateur de sentiment après une, quatre, huit ou treize semaines lorsqu'il était au départ dans un décile "extrême", en l'occurrence le premier, le deuxième ou, au contraire, le neuvième ou le dixième.

Les tableaux 4.3 à 4.6 montrent, pour les mêmes indices et sur la même période que précédemment, la probabilité qu'à l'indicateur de sentiment de rester dans un décile "extrême".

**Tableau 4.3 : position (décile) de l'indice Sentix SNTXSPH1 (sentiment à un mois sur le SP 500)
selon sa position de départ (probabilité en %)**

| en n | position en n + 1 | | | | position en n + 4 | | | |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|
| | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total |
| 1er décile | 27 % | 17 % | 21 % | 65 % | 6 % | 15 % | 15 % | 36 % |
| 2ème décile | 17 % | 8 % | 15 % | 40 % | 13 % | 13 % | 10 % | 36 % |
| en n | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total |
| 9ème décile | 19 % | 21 % | 13 % | 53 % | 6 % | 19 % | 8 % | 33 % |
| 10ème décile | 10 % | 23 % | 27 % | 60 % | 10 % | 13 % | 17 % | 40 % |
| en n | position en n + 8 | | | | position en n + 13 | | | |
| | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total |
| 1er décile | 10 % | 15 % | 8 % | 33 % | 13 % | 2 % | 11 % | 26 % |
| 2ème décile | 17 % | 10 % | 8 % | 35 % | 9 % | 17 % | 4 % | 30 % |
| en n | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total |
| 9ème décile | 17 % | 15 % | 10 % | 42 % | 15 % | 13 % | 6 % | 34 % |
| 10ème décile | 8 % | 8 % | 8 % | 24 % | 15 % | 10 % | 6 % | 31 % |

**Tableau 4.4 : position (décile) de l'indice Sentix SNTXSPH6 (sentiment à six mois sur le SP 500)
selon sa position de départ (probabilité en %)**

| en n | position en n + 1 | | | | position en n + 4 | | | |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|
| | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total |
| 1er décile | 46 % | 23 % | 8 % | 77 % | 19 % | 23 % | 19 % | 61 % |
| 2ème décile | 21 % | 35 % | 19 % | 75 % | 21 % | 17 % | 4 % | 42 % |
| en n | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total |
| 9ème décile | 25 % | 23 % | 25 % | 73 % | 15 % | 23 % | 13 % | 51 % |
| 10ème décile | 19 % | 25 % | 44 % | 88 % | 23 % | 21 % | 21 % | 65 % |
| en n | position en n + 8 | | | | position en n + 13 | | | |
| | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total |
| 1er décile | 10 % | 17 % | 6 % | 33 % | 6 % | 11 % | 4 % | 21 % |
| 2ème décile | 4 % | 13 % | 13 % | 30 % | 9 % | 13 % | 9 % | 31 % |
| en n | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total |
| 9ème décile | 15 % | 15 % | 6 % | 36 % | 15 % | 9 % | 17 % | 41 % |
| 10ème décile | 23 % | 23 % | 10 % | 56 % | 13 % | 13 % | 15 % | 41 % |

Tableau 4.5 : position (décile) de l'indice Sentix SNTXTYH1 (sentiment à un mois sur les taux à dix ans) selon sa position de départ (probabilité en %)

| en n | position en n + 1 | | | | position en n + 4 | | | |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|
| | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total |
| 1er décile | 33 % | 21 % | 10 % | 64 % | 19 % | 15 % | 4 % | 38 % |
| 2ème décile | 17 % | 13 % | 17 % | 47 % | 15 % | 10 % | 13 % | 38 % |
| en n | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total |
| 9ème décile | 10 % | 19 % | 13 % | 42 % | 15 % | 10 % | 15 % | 40 % |
| 10ème décile | 15 % | 15 % | 33 % | 63 % | 8 % | 19 % | 15 % | 42 % |
| en n | position en n + 8 | | | | position en n + 13 | | | |
| | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total |
| 1er décile | 10 % | 13 % | 8 % | 31 % | 19 % | 13 % | 6 % | 38 % |
| 2ème décile | 10 % | 10 % | 21 % | 41 % | 15 % | 15 % | 13 % | 43 % |
| en n | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total |
| 9ème décile | 8 % | 19 % | 17 % | 44 % | 9 % | 6 % | 9 % | 24 % |
| 10ème décile | 15 % | 17 % | 15 % | 47 % | 13 % | 13 % | 13 % | 39 % |

Tableau 4.6 : position (décile) de l'indice Sentix SNTXTYH6 (sentiment à six mois sur les taux à dix ans) selon sa position de départ (probabilité en %)

| en n | position en n + 1 | | | | position en n + 4 | | | |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|
| | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total |
| 1er décile | 46 % | 29 % | 10 % | 85 % | 29 % | 33 % | 15 % | 77 % |
| 2ème décile | 29 % | 33 % | 15 % | 77 % | 29 % | 15 % | 23 % | 67 % |
| en n | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total |
| 9ème décile | 33 % | 25 % | 21 % | 79 % | 29 % | 23 % | 19 % | 71 % |
| 10ème décile | 8 % | 13 % | 75 % | 96 % | 10 % | 21 % | 60 % | 91 % |
| en n | position en n + 8 | | | | position en n + 13 | | | |
| | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total | 1er décile | 2ème décile | 3ème décile | total |
| 1er décile | 31 % | 21 % | 15 % | 67 % | 13 % | 13 % | 26 % | 52 % |
| 2ème décile | 29 % | 21 % | 19 % | 69 % | 23 % | 21 % | 17 % | 61 % |
| en n | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total | 8ème décile | 9ème décile | 10ème décile | total |
| 9ème décile | 17 % | 21 % | 21 % | 59 % | 15 % | 13 % | 30 % | 58 % |
| 10ème décile | 21 % | 21 % | 46 % | 88 % | 13 % | 27 % | 44 % | 84 % |

L'analyse des données présentées dans les tableaux 4.3 à 4.6 permet de mettre en évidence le fait que, lorsqu'un indicateur de sentiment est dans le premier ou le deuxième décile (ce qui correspond à des investisseurs pessimistes) en n , il a une forte probabilité de rester dans l'un des trois premiers déciles en $n+1$, c'est-à-dire la semaine suivante. Par exemple, lorsque l'indice SNTXSPH1 (tableau 4.3), sentiment des investisseurs à un mois pour le SP 500, est dans le premier décile en n , la probabilité qu'il soit dans l'un des trois premiers déciles en $n+1$ est de 65 %. De la même manière, lorsque l'indicateur de sentiment est dans les neuvième et dixième déciles (ce qui correspond à des investisseurs optimistes) en n , il a une forte probabilité d'être dans l'un des trois déciles les plus élevés en $n+1$. Lorsque l'on fait la même mesure en $n+4$, $n+8$ et $n+13$, on remarque une baisse plus ou moins rapide de la persistance dans des déciles extrêmes. Le sentiment à six mois (indices dont le code se termine par six) semble plus sensible à cette persistance. Ce phénomène est encore plus marqué sur les taux d'intérêt à dix ans (tableau 4.6).

En résumé, loin de se retourner brutalement après qu'ils ont atteint une position extrême comme on le croit généralement, nos premières observations montrent que les indicateurs de sentiment tendent à rester à proximité de la même position d'une période à la suivante voire sur une durée plus longue. La durée de cette persistance dans un extrême, défini dans notre étude comme l'un des trois premiers ou l'un des trois derniers déciles selon le cas, est variable selon le marché étudié et la nature de l'indice de sentiment (un mois ou six mois).

Les séries affectées par de la mémoire, longue ou courte, ont comme caractéristique d'avoir des phases de persistance. Cette propriété permet une étude plus facile des différentes séries, en l'occurrence des indicateurs de sentiment, tout en prenant en compte l'ensemble des données.

Nous allons donc tester maintenant la présence de mémoire sur les différents indices Sentix dont nous disposons (séries SNTX).

4.2.5 - Indices Sentix SNTX et mémoire

Comme indiqué précédemment, nous utilisons R/S pour l'estimation de H tout en gardant à l'esprit qu'il ne permet pas de bien distinguer mémoire courte (pour des retards faibles, au moins un coefficient de corrélation est positif et significatif) et mémoire longue (H supérieur à 0,5). Pour cette raison et même si la distinction entre les deux types de mémoire n'est pas prioritaire dans nos recherches puisque l'une et l'autre produisent des phases de persistance, nous utiliserons également R/S modifié tel que défini par Lo (1991)⁴⁴².

L'ensemble des résultats, calculs de R/S, R/S modifié, V et seuil de signification de la différence par rapport à 0,5 de R/S modifié, sont présentés dans le tableau 4.7.

⁴⁴² Lo A.W., (1991, loc. cit.).

Tableau 4.7 : valeurs de H estimé par R/S et R/S modifié pour les indices Sentix retenus

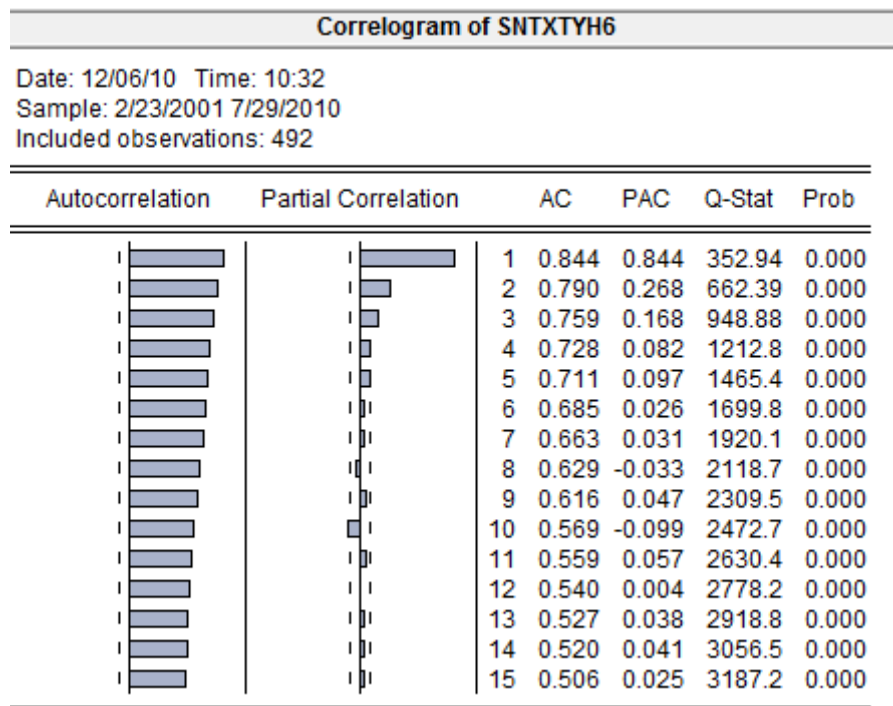
| | | Code indice Sentix | R/S | R/S modifié | V | Seuil de signification |
|---------------------------------|---------------|-----------------------|-------|----------------|-------|---------------------------|
| SP 500 | sentiment CT | SNTXSPH1 | 0,672 | 0,591 | 1,750 | 5 % |
| | sentiment MT | SNTXSPH6 | 0,694 | 0,550 | 1,362 | N. S. |
| | neutralité CT | SNTXSPN1 | 0,728 | 0,589 | 1,737 | 10 % |
| | neutralité MT | SNTXSPN6 | 0,776 | 0,565 | 1,494 | 20 % |
| Taux US 10 ans | sentiment CT | SNTXTYH1 | 0,698 | 0,602 | 1,880 | 2,5 % |
| | sentiment MT | SNTXTYH6 | 0,791 | 0,550 | 1,360 | N. S. |
| | neutralité CT | SNTXTYN1 | 0,715 | 0,645 | 2,451 | 0,5 % |
| | neutralité MT | SNTXTYN6 | 0,774 | 0,597 | 1,820 | 5 % |
| Euro contre dollar US | sentiment CT | SNTXEUH1 | 0,645 | 0,530 | 1,205 | N. S. |
| | sentiment MT | SNTXEUH6 | 0,784 | 0,536 | 1,246 | N. S. |
| | neutralité CT | SNTXEUN1 | 0,704 | 0,580 | 1,636 | 10 % |
| | neutralité MT | SNTXEUN6 | 0,677 | 0,540 | 1,278 | N. S. |
| Dollar US contre yen | sentiment CT | SNTXDYH1 | 0,784 | 0,614 | 2,202 | 2,5 % |
| | sentiment MT | SNTXDYH6 | 0,825 | 0,578 | 1,620 | 10 % |
| | neutralité CT | SNTXDYN1 | 0,753 | 0,636 | 2,312 | 0,5 % |
| | neutralité MT | SNTXDYN6 | 0,802 | 0,627 | 2,198 | 0,5 % |
| Pétrole (Brent spot, USD) | sentiment CT | SNTXOIH1 | 0,658 | 0,548 | 1,290 | N. S. |
| | sentiment MT | SNTXOIH6 | 0,738 | 0,495 | 0,974 | N. S. |
| | neutralité CT | SNTXOIN1 | 0,750 | 0,606 | 1,751 | 5 % |
| | neutralité MT | SNTXOIN6 | 0,788 | 0,584 | 1,595 | 20 % |
| Or (once, USD) | sentiment CT | SNTXGOH1 | 0,677 | 0,577 | 1,503 | 20 % |
| | sentiment MT | SNTXGOH6 | 0,738 | 0,495 | 0,974 | N. S. |
| | neutralité CT | SNTXGON1 | 0,661 | 0,541 | 1,245 | N. S. |
| | neutralité MT | SNTXGON6 | 0,791 | 0,600 | 1,738 | 10 % |

A la lecture du tableau 4.7, on constate que R/S est nettement supérieur à 0,5 pour chacune des séries. Il varie entre 0,645 et 0,825. D'après cet estimateur, elles sont donc affectées par de la mémoire longue. Selon R/S modifié, les résultats sont plus contrastés puisque les valeurs obtenues vont de 0,495 à 0,645. Huit séries ont une mémoire longue avec un seuil de signification d'au plus 5 %, douze, soit la moitié, avec un seuil de signification d'au plus 10 %.

La différence entre les deux estimateurs révèle généralement la présence de mémoire courte. Dans une première approche, ceci tend à être confirmé par la valeur élevée des coefficients d'autocorrélation d'ordre un, compris entre 0,347 et 0,912.

Le corrélogramme de l'indice SNTXTYH6 (figure 4.10), non affecté par de la mémoire longue selon R/S modifié, montre que le niveau des autocorrélations d'ordres un à quinze est très élevé, toutes ces autocorrélations sont significatives. On peut donc affirmer que cet indice est bien affecté par de la mémoire courte.

Figure 4.10 : corrélogramme de l'indice SNTXTYH6



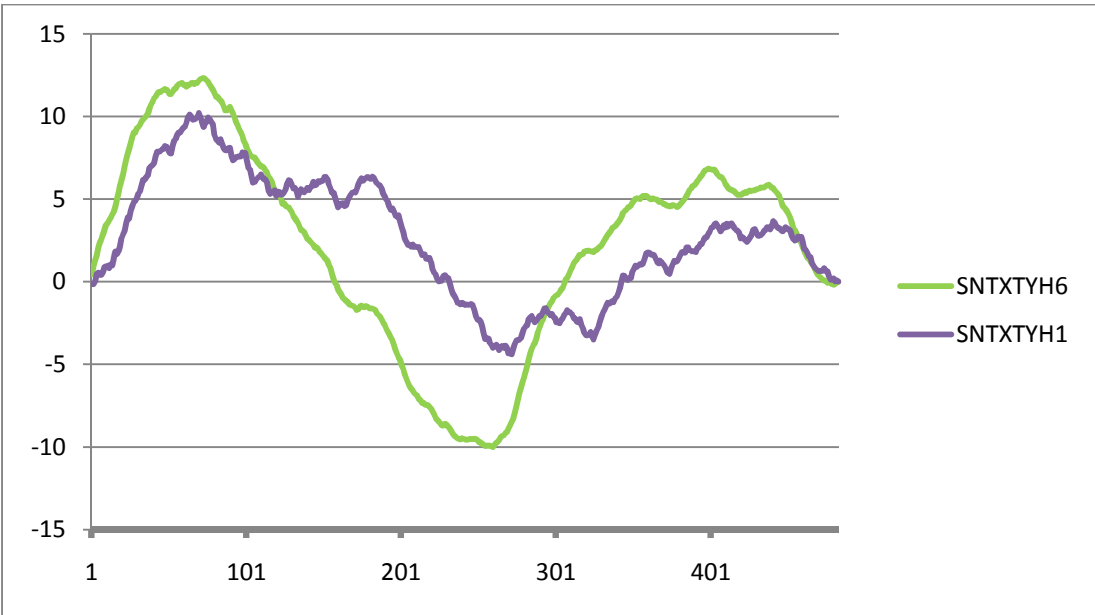
Afin d'illustrer le fait que la mémoire courte, comme la mémoire longue, produit bien des effets de persistance, nous avons calculé la somme des écarts à la moyenne pour les indices de sentiment à un mois (mémoire longue) et six mois (mémoire courte) sur le SP 500 et le taux des T-notes à dix ans (figures 4.11 et 4.12). Dans les deux cas, la courbe du cumul des écarts à la moyenne s'éloigne de 0 et recoupe rarement ce niveau. Les valeurs élevées, ou faibles, tendent donc à se succéder. Puisque mémoire courte et

mémoire longue se traduisent, sensiblement de la même manière, par une persistance de valeurs fortes ou de valeurs faibles, R/S est bien l'indicateur à privilégier pour ce type de calculs.

Figure 4.11 : cumul des écarts à la moyenne pour les indices de sentiment Sentix sur le SP 500



Figure 4.12 : cumul des écarts à la moyenne pour les indices de sentiment Sentix sur le taux des T-notes à 10 ans



Seuls les professionnels sont interrogés par Sentix pour le taux américain à dix ans et le cours dollar US/yen. Il est donc important de remarquer que ces indices sont aussi affectés par de la mémoire longue puisque, selon R/S modifié, le niveau est significatif au seuil de 10 % dans sept cas sur huit. Il aurait été préférable de disposer des séries qui dissocient particuliers et institutionnels pour porter un jugement définitif mais il semble que le sentiment des professionnels tel que mesuré par les sondages Sentix ne se comporte pas très différemment de celui des investisseurs individuels.

Même si nous n'avons pu interpréter ce phénomène, on peut remarquer que, selon R/S, les indices de sentiment à moyen terme ont une mémoire systématiquement plus forte que ceux à court terme. Ce résultat est cohérent avec les résultats par déciles obtenus dans la section 4.2.4. En effet, nous avons pu remarquer que la probabilité qu'un indicateur de sentiment reste dans un décile extrême en $n + t$ lorsqu'il y était en n décroît moins rapidement lorsque t augmente pour les indicateurs à six mois. C'est aussi le cas pour les indicateurs de neutralité à une exception près.

Au final, que ce soit sous forme de mémoire courte ou de mémoire longue, les indices Sentix sont bien des processus marqués par des phénomènes de persistance, ce qui valide notre hypothèse.

Afin de renforcer la valeur de ces résultats, nous allons poursuivre par des calculs identiques sur d'autres indicateurs de sentiment.

4.2.6 - Indicateurs de sentiment courants et mémoire

Comme indiqué précédemment, les indicateurs suivants seront utilisés :

- Le put call ratio du CBOE,
- Les différences premières (en raison de la non-stationnarité des valeurs) de l'indice de confiance des consommateurs du *Conference Board*,
- Les indices de l'Association américaine des investisseurs individuels (AAII).

Le tableau 4.8 montre les valeurs de R/S et R/S modifié pour ces indicateurs.

Tableau 4.8 : valeurs de H estimé par R/S et R/S modifié pour les indicateurs de sentiment retenus

| | | R/S | R/S modifié | V | Seuil de signification |
|--------------------------------------------------------|-----------|-------|-------------|-------|------------------------|
| Put call ratio du CBOE | | 0,851 | 0,667 | 3,957 | 0,5 % |
| Indice de confiance des consommateurs (dif. premières) | | 0,504 | 0,502 | 1,010 | > 20 % |
| AAII | hausseurs | 0,777 | 0,621 | 2,366 | 0,5 % |
| | baissiers | 0,775 | 0,608 | 2,149 | 0,5 % |
| | neutres | 0,829 | 0,643 | 2,754 | 0,5 % |

On constate que R/S et R/S modifié sont supérieurs à 0,5. Concernant R/S modifié, le seuil de signification est inférieur à 5 % sauf pour les différences premières de l'indice de confiance des consommateurs du *Conference Board*. A l'exception de cet indice de confiance des consommateurs, les indicateurs de sentiment du tableau 4.8 sont donc bien affectés par de la mémoire longue.

La figure 4.13 montre la lente décroissance de leurs autocorrélations, ce qui est une des caractéristiques des processus à mémoire longue. Pour des raisons de lisibilité, les courbes étant très similaires, un seul des trois indicateurs AAI est représenté. L'évolution des autocorrélations pour l'indice de confiance des consommateurs du *Conference Board* (différences premières) est nettement différente, ce qui confirme les résultats précédents.

Comme précédemment pour plusieurs indices Sentix, afin de mettre en évidence les phénomènes de persistance, nous avons calculé le cumul des écarts à la moyenne pour le put call ratio du CBOE (figure 4.14). Ce choix a été dicté par le fait que l'historique dont nous disposons pour cet indicateur est relativement long (3775 observations journalières). On remarque que, sous l'effet d'une succession de valeurs basses, ce cumul s'éloigne durablement de la moyenne avant de la rejoindre tout à la fin de l'historique en raison bien sûr de la présence de valeurs élevées.

Figure 4.13 : indicateurs de sentiment, coefficients d'autocorrélation d'ordres 1 à 25

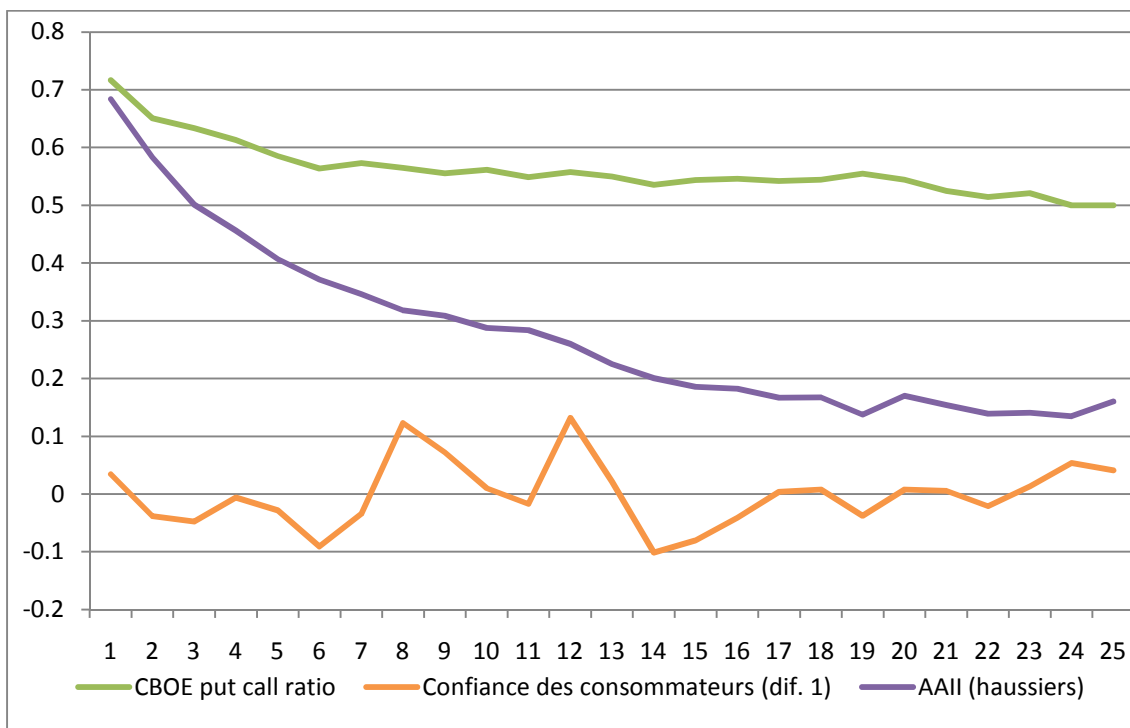
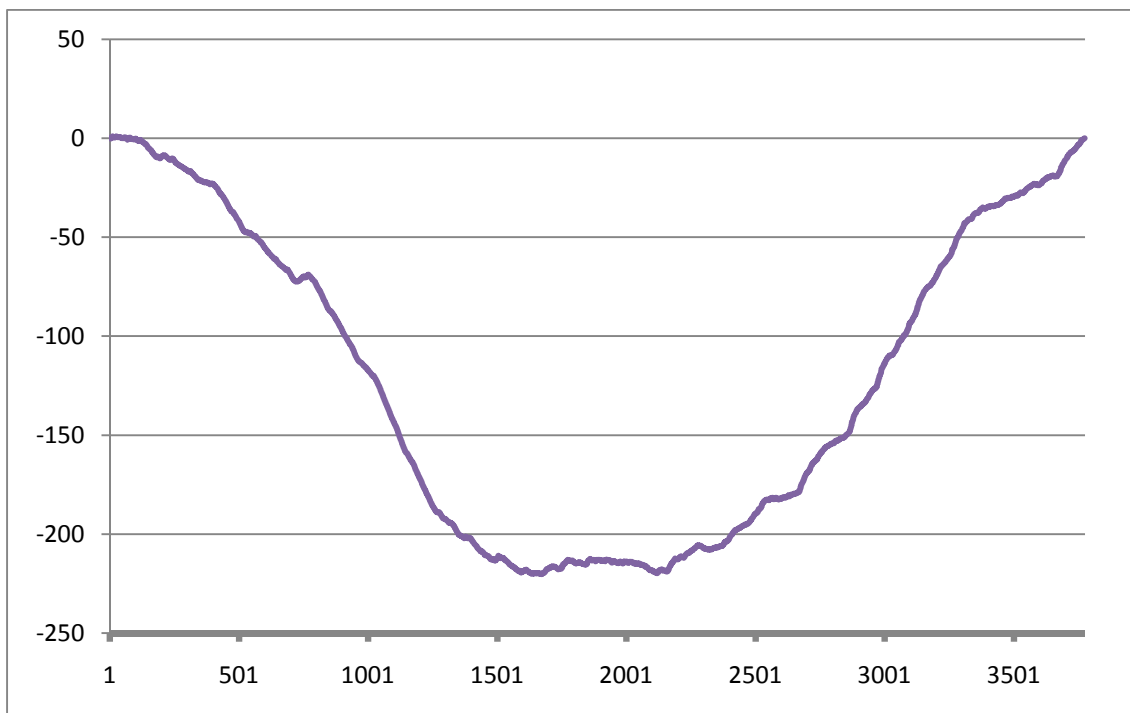


Figure 4.14 : cumul des écarts à la moyenne pour le put call ratio du CBOE



Concernant les indices de confiance de l'Université de Yale qui sont stationnaires, les valeurs de H estimé par R/S sont égales à :

- 0,738 pour l'indice *buy-on-dips confidence index*,
- 0,708 pour l'indice *one-year confidence index*,

R/S modifié n'est pas significativement différent de 0,5. Les corrélations, très fortes à l'ordre un (autour de 0,9), diminuent rapidement. Ces résultats, bien que donnés à titre indicatif puisque ces séries ont seulement cent onze observations, montrent que les indices de confiance de Yale pour lesquels nous avons pu estimer la mémoire longue sont des processus affectés par de la mémoire courte.

Afin d'élargir encore le champ de l'étude, nous allons maintenant analyser le comportement des moments centrés d'ordre supérieur.

4.2.7 - Skewness et kurtosis : des processus à mémoire ?

Après avoir montré dans le chapitre précédent le lien entre skewness, kurtosis et sentiment, il était naturel d'inclure dans cette étude les moments centrés d'ordres trois et quatre en tant qu'indicateurs de sentiment.

Les résultats des calculs de mémoire longue sur ces moments centrés sont présentés dans le tableau 4.9.

Tableau 4.9 : valeurs de H estimés par R/S et R/S modifié pour les skewness et kurtosis des supports étudiés

| | R/S | | R/S modifié | |
|----------|--------|----------------|--------------|----------------|
| | SP 500 | Taux US 10 ans | SP 500 | Taux US 10 ans |
| skewness | 0,624 | 0,602 | 0,587 (20 %) | 0,602 (10 %) |
| kurtosis | 0,597 | 0,627 | 0,577 (20 %) | 0,627 (2,5 %) |

Remarque : les valeurs entre parenthèses sont les seuils de signification.

Les résultats de ces calculs de mémoire sont contrastés. R/S indique la présence de mémoire longue dans tous les cas. Si l'on retient R/S modifié avec un seuil de

signification de 5 %, on peut considérer que seul le kurtosis calculé à partir des variations quotidiennes du taux d'intérêt des T-notes à dix ans est affecté par de la mémoire longue.

La différence entre R/S et R/S modifié correspond généralement à la présence de mémoire courte. Les corrélogrammes (figures 4.15 à 4.17) tendent à confirmer cette analyse même si, concernant le SP 500 seules les corrélations d'ordre un ainsi que dix pour le skewness et huit pour le kurtosis sont significatives et si, pour le skewness des variations des taux des T-notes à dix ans, la corrélation d'ordre deux est la seule à être significative. En outre, le niveau de ces corrélations reste peu élevé. Les évolutions du cumul des écarts à la moyenne (figures 4.18 et 4.19) vont également dans le même sens : sauf pour le kurtosis trimestriel des variations quotidiennes du taux des T-notes à dix ans, les phénomènes de persistance sont bien moins marqués que pour les autres indicateurs de sentiment. En effet, malgré des historiques assez courts, le cumul repasse plus fréquemment par la moyenne.

Figure 4.15 : corrélogramme du skewness trimestriel calculé pour le taux des T-notes à 10 ans (différences premières)

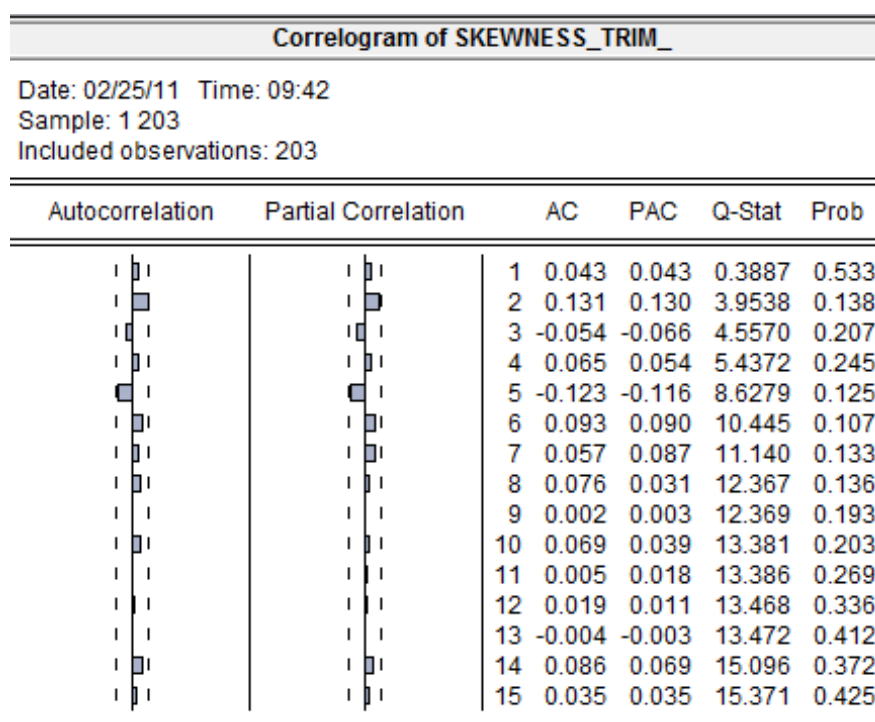


Figure 4.16 : corrélogramme du skewness trimestriel calculé pour le SP 500

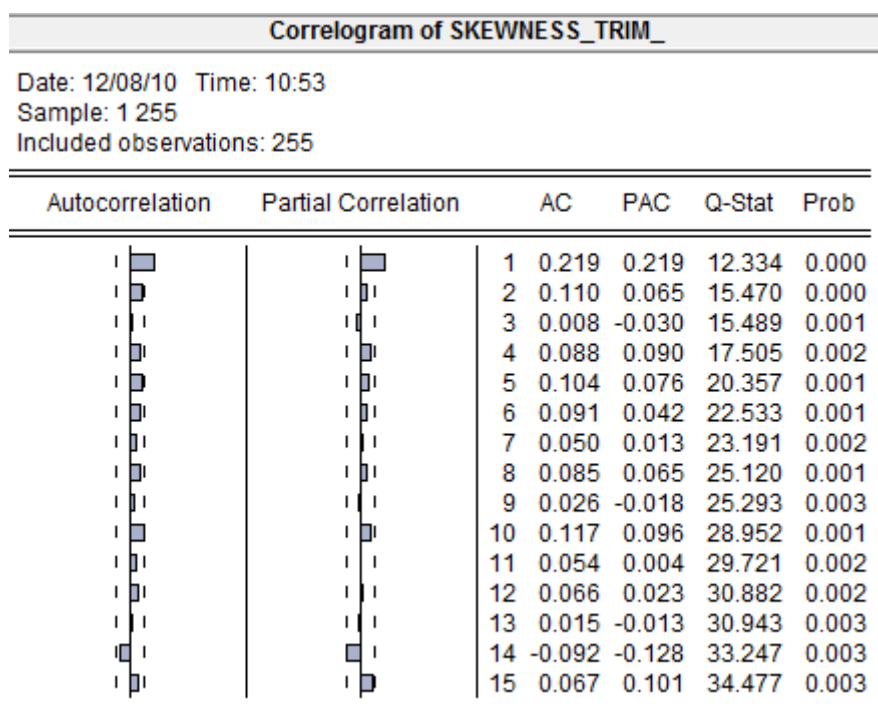


Figure 4.17 : corrélogramme du kurtosis trimestriel calculé pour le SP 500

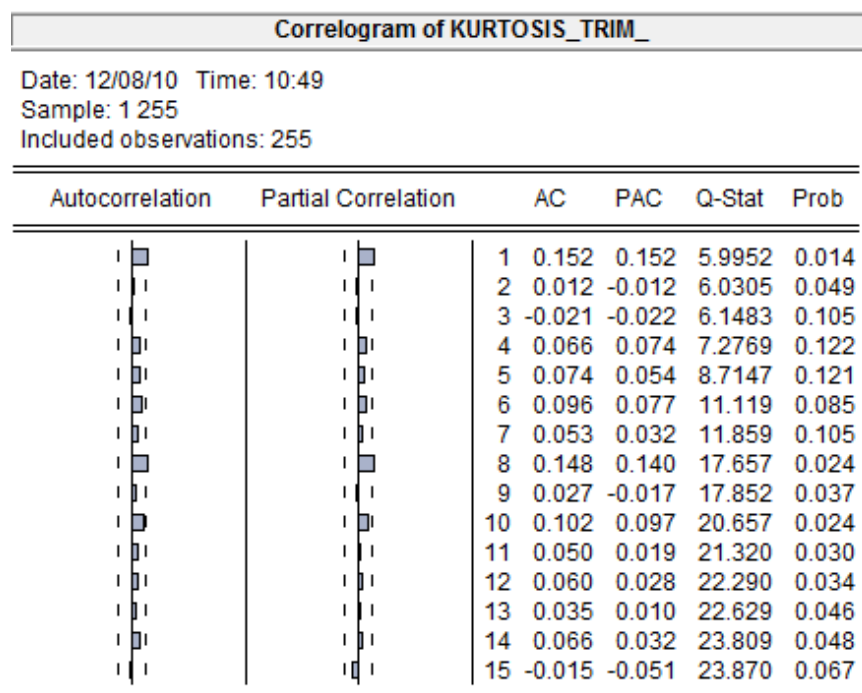


Figure 4.18 : cumul des écarts à la moyenne pour les moments centrés d'ordre supérieur des rentabilités du SP 500

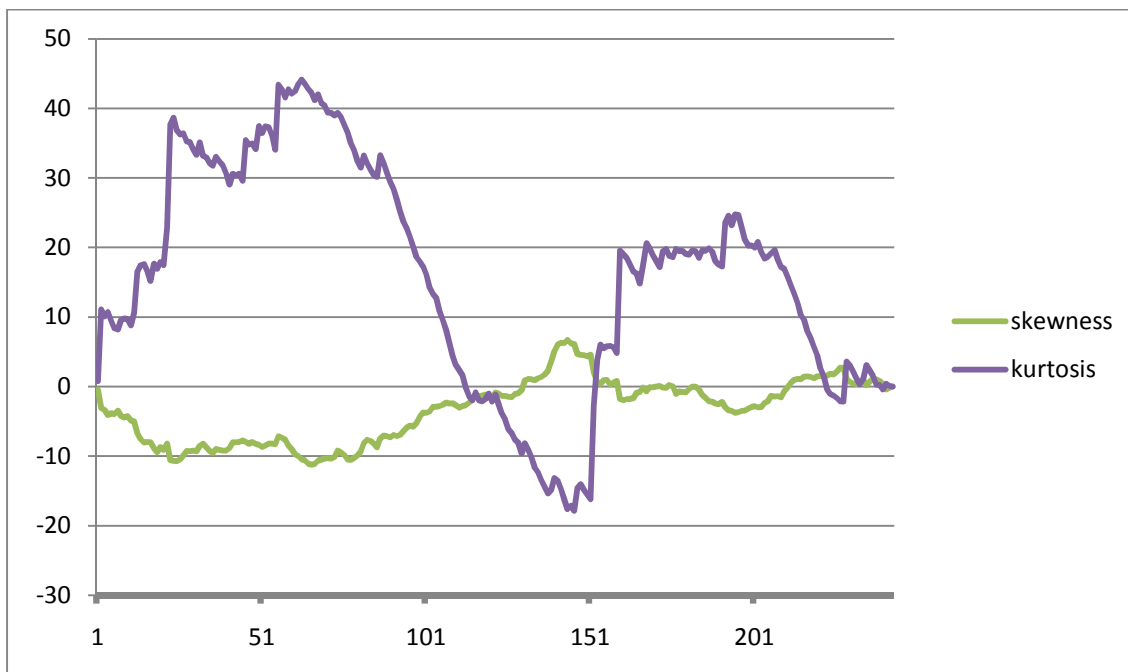
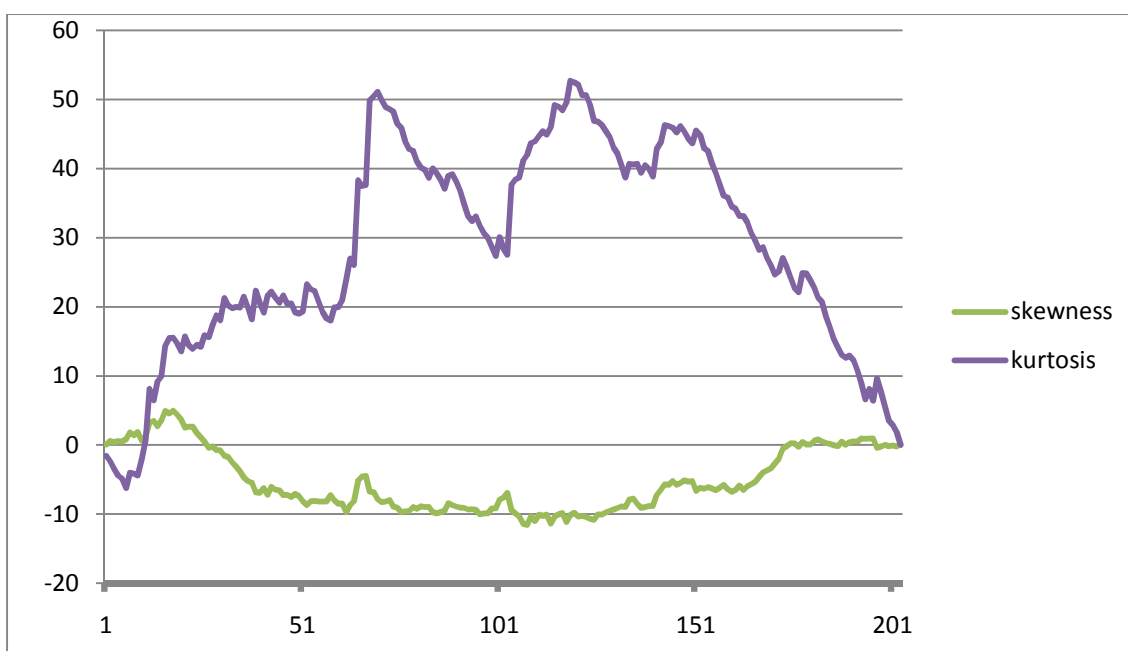


Figure 4.19 : cumul des écarts à la moyenne pour les moments centrés d'ordre supérieur du taux des T-notes à 10 ans (différences premières)



Skewness et kurtosis ont donc un comportement assez différent de celui de la plupart des indicateurs de sentiment habituels : ils sont moins souvent et moins intensément affectés par de la mémoire. Même s'il est difficile d'en apporter la preuve, on peut penser que ceci est lié au fait que ce ne sont pas les mêmes composantes du sentiment des investisseurs qui sont capturées.

Au terme de cette étude, nous validons notre hypothèse de présence de mémoire, longue ou courte, sur la quasi-totalité des indicateurs de sentiment étudiés, à l'exception des skewness et kurtosis qui ont un comportement particulier. Leur utilisation dans le cadre de stratégies *contrarian*, au moins si l'on s'appuie sur ceux auxquels nous avons eu accès, ne paraît donc pas être en phase avec leur comportement. Ce résultat est en accord avec ceux de Solt et Statman (1988)⁴⁴³.

En conclusion, il s'agit moins de mettre en doute l'utilité du sentiment de marché dans la gestion d'actifs que d'insister sur la nécessité d'en revoir les modalités.

4.2.8 - Synthèse des résultats

Rappelons notre hypothèse de départ qui était :

Les indicateurs de sentiment sont des processus affectés par des phénomènes de persistance.

Pour la valider, nous avons utilisé plusieurs indicateurs de sentiment, issus de mesures directes, comme les indices Sentix, ou indirectes. Suite aux résultats obtenus dans le chapitre précédent, nous avons également intégré les moments centrés d'ordre trois et quatre. Toutes ces séries sont stationnaires.

Des calculs liminaires nous ont permis de constater que le lien entre, d'une part, les indices Sentix mesurant le sentiment de marché à un et six mois pour le SP 500 et les taux des T-notes à dix ans et, d'autre part, les rentabilités hebdomadaires de ces

⁴⁴³ Solt E. et Statman M. (1988, loc. cit.).

marchés, est tout aussi aléatoire que ce qui a été constaté dans la plupart des articles sur ce sujet.

Ensuite, nous avons pu remarquer que, lorsqu'un de ces mêmes indices Sentix atteint un décile "extrême" en n , la probabilité qu'il reste dans une zone "extrême" en $n + 1$ est très forte. Dans nos exemples, cette probabilité décroît lorsque l'on s'intéresse à $n + 4$, $n + 8$, $n + 13$, à un rythme variable selon le marché, plus lentement quand il s'agit du sentiment à six mois.

Afin de confirmer ces phénomènes de persistance, nous avons cherché la présence de mémoire, longue ou courte, sur les indices Sentix et sur quelques autres indicateurs de sentiment couramment cités. Dans vingt-huit cas sur vingt-neuf, ils sont affectés par de la mémoire.

Seul le comportement des skewness et kurtosis est vraiment différent : selon R/S modifié, le skewness n'est pas affecté par de la mémoire longue, seul le kurtosis calculé à partir du taux des T-notes à dix ans l'est. R/S étant nettement supérieur à 0,5 dans tous les cas, nous pensions, au travers des corrélogrammes, constater la présence de mémoire courte. Il y a bien une ou deux autocorrélations positives et significatives pour des retards faibles mais de manière bien moins convaincante que pour les indicateurs de sentiments étudiés précédemment.

Si on exclut les skewness et kurtosis, nous avons pu mettre en évidence des phénomènes de persistance sur les indicateurs de sentiment. Nous pouvons donc valider notre hypothèse : *les indicateurs de sentiment sont des processus affectés par des phénomènes de persistance.*

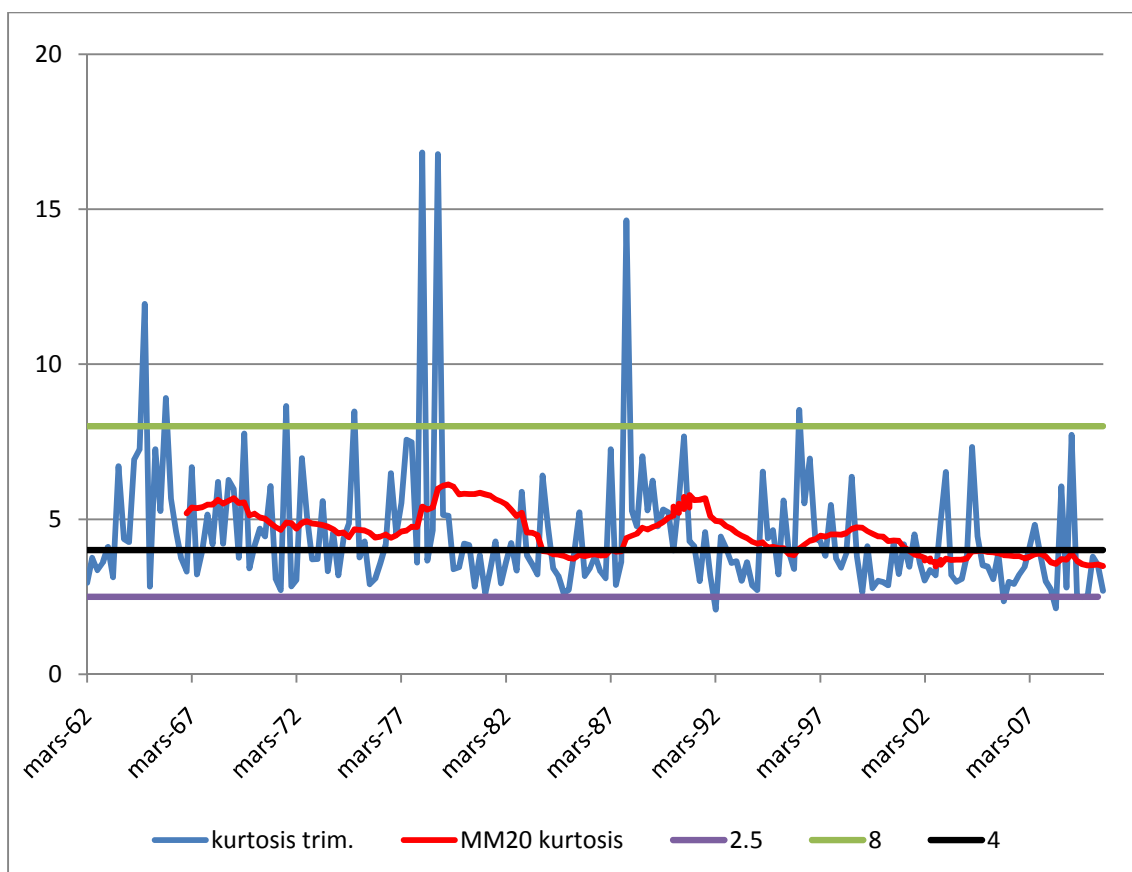
En termes de gestion d'actifs, la principale conclusion est que l'utilisation habituelle du sentiment de marché, comme indicateur *contrarian*, semble, pour les indicateurs testés, peu prometteuse.

La relation complexe entre sentiment mesuré et rentabilités ne permet pas non plus d'espérer profiter de ces phénomènes de persistance pour développer des stratégies de *momentum*.

Sur un des deux marchés étudiés, celui des T-notes à dix ans, le kurtosis est affecté par de la mémoire longue. Un gestionnaire aura donc tout intérêt à tester systématiquement s'il retrouve cette propriété sur les moments d'ordre supérieur des actifs qu'il traite. En effet, leur évolution pourrait alors être marquée par des "clusters" de skewness ou de kurtosis, à l'image de ce que l'on retrouve généralement pour la volatilité.

La figure 4.20 illustre ce phénomène : les valeurs fortes sont beaucoup plus fréquentes en début de période, les valeurs faibles en fin de période. Choisis arbitrairement, les niveaux 8 et 2,5 permettent de mieux visualiser ce phénomène. Il en est de même pour la moyenne mobile à 20 périodes qui est nettement au-dessus de 4 au début de l'historique avant de rester longuement sous ce niveau à partir de 2002.

Figure 4.20 : kurtosis du taux d'intérêt des T-notes à dix ans (différences premières)



Un tel comportement du kurtosis, combiné avec une analyse de la volatilité, supposée stable dans les scénarios ci-dessous, pourrait conduire un gérant à envisager, entre autres, les cas suivants :

- Un kurtosis élevé correspondant à une probabilité plus forte de variations extrêmes des cours, il peut être intéressant, si on considère que l'on est entré dans une phase marquée par des valeurs élevées, d'arbitrer vers un autre actif ou de couvrir le risque de fortes variations grâce à des contrats d'options.
- Si, au contraire, on anticipe pour le kurtosis un nombre élevé de valeurs basses, une plus grande exposition au risque est possible.

Conclusion

Née des travaux de Hurst⁴⁴⁴ en hydrologie, reprise et popularisée par Mandelbrot, la notion de mémoire longue a bouleversé la manière d'approcher les séries temporelles. Les cycles qu'elle permet de mettre en évidence sont apériodiques. Phases cycliques classiques et retournements brutaux, respectivement "effets Joseph" et "effets Noé" selon la terminologie de Mandelbrot, se succèdent de manière aléatoire.

Plusieurs estimateurs ont été mis au point pour quantifier la mémoire longue. Le traditionnel R/S a en particulier été modifié par Lo (1991)⁴⁴⁵ pour mieux dissocier mémoire longue et mémoire courte.

La recherche de mémoire longue a été faite sur de nombreuses séries en économie et en finance. Si on peut dire que volume et volatilité sont affectés de mémoire longue, les résultats sont beaucoup moins nets pour les rentabilités. Mignon (1998)⁴⁴⁶ met en évidence la présence de mémoire longue sur les rentabilités de plusieurs indices et surtout la supériorité des prévisions faites avec des modèles ARFIMA, qui intègrent la mémoire longue au travers d'un opérateur retard, par rapport aux "prévisions naïves".

Le comportement dans les zones extrêmes des indices Sentix retenus et les calculs de mémoire sur de nombreux indicateurs de sentiment nous ont permis de constater que la quasi-totalité de ces mesures de l'optimisme ou du pessimisme des investisseurs est caractérisée par des phases de persistance. En effet, ils sont presque toujours affectés par de la mémoire, longue ou courte. Nous avons donc pu valider notre hypothèse qui était :

Les indicateurs de sentiment sont des processus affectés par des phénomènes de persistance.

Le lien complexe voire aléatoire entre niveau du sentiment mesuré et rentabilités est un frein majeur à l'utilisation des indices de sentiment pour la gestion d'actifs

⁴⁴⁴ Hurst H. E. (1951, loc. cit.).

⁴⁴⁵ Lo A.W. (1991, loc. cit.).

⁴⁴⁶ Mignon V. (1998, op. cit.).

On ne rencontre bien sûr pas ce problème avec les skewness et kurtosis vus comme des indicateurs de sentiment. Les concernant, la difficulté est d'une autre nature : ils sont moins souvent et plus faiblement affectés par de la mémoire, au moins sur les marchés servant de support à cette étude. Leur utilisation sera donc soumise à un examen préalable et systématique de leur niveau de mémoire mais l'exemple d'un moment centré d'ordre supérieur affecté par de la mémoire longue que nous avons pu étudier, le kurtosis des variations quotidienne du taux des T-notes à dix ans, laisse espérer des applications intéressantes.

La présence de mémoire longue traduit un effet durable des chocs d'information que subit la série des rentabilités, ceci est contraire à l'hypothèse d'efficience des marchés puisqu'elle suppose une intégration quasi-immédiate de l'information (Mignon, 1998⁴⁴⁷). Le fait qu'un moment centré d'ordre supérieur soit affecté par de la mémoire longue est une autre manière de traduire l'effet prolongé des chocs d'information sur une série de rentabilités. C'est donc, pour les mêmes raisons, une remise en cause de l'efficience des marchés.

⁴⁴⁷ Mignon V. (1998, op. cit.).

Conclusion de la deuxième partie

Partant d'un double constat, d'une part la non-normalité de la distribution des rentabilités des actifs financiers et, d'autre part, la rationalité limitée des investisseurs, nous avons cherché à montrer que les skewness et kurtosis sont des indicateurs du sentiment des investisseurs.

Pour cela et en l'absence de modèle mathématique permettant d'établir un lien direct, nous avons recherché les éléments permettant d'établir une relation empirique. Nous avons retenu :

- La fonction sentiment telle que l'a présentée Shefrin (2008)⁴⁴⁸,
- Le modèle de chocs d'information dans un contexte d'hypothèse d'information incertaine d'Alles (2004)⁴⁴⁹,
- Les modèles multi-agents de Bouchaud et Cont (2000)⁴⁵⁰, de Lux et Marchesi (2000)⁴⁵¹ et de Sornette et Zhou (2006)⁴⁵².

Bien qu'issus d'approches très différentes, les résultats vont dans la même direction : skewness et kurtosis contiennent des informations liées au sentiment des investisseurs. En d'autres termes, ce sont des modes de mesure du sentiment de marché. Ils ont la particularité de prendre en compte des composantes de la psychologie des investisseurs souvent oubliées comme l'incertitude perçue ou le niveau de mimétisme.

Dans le chapitre IV, nous avons étudié le comportement de plusieurs indicateurs de sentiment courants, pour la plupart issus de mesures directes. Notre but était de montrer qu'il ne correspond pas à l'utilisation qui en est généralement faite, dans le cadre de stratégies *contrarian* telles que nous les avons décrites. En effet, il est caractérisé par des phénomènes de persistance, en d'autres termes des successions de valeurs élevées ou, à l'opposé, basses. Anticiper un retournement du sentiment mesuré après avoir

⁴⁴⁸ Shefrin H. (2008, op. cit.).

⁴⁴⁹ Alles L. (2004, loc. cit.).

⁴⁵⁰ Bouchaud J.P. et Cont R. (2000, loc. cit.).

⁴⁵¹ Lux T. et Marchesi M. (2000, loc. cit.).

⁴⁵² Sornette D. et Zhou W. X (2006, loc.cit.).

enregistré une valeur élevée est donc une démarche peu prometteuse. Suite aux résultats obtenus dans le chapitre III, nous avons inclus à cette étude les moments centrés d'ordre supérieur de la distribution des rentabilités journalières du SP 500 et des T-notes à dix ans. Il en ressort que seul le kurtosis calculé pour les T-notes est affecté par de la mémoire. Ce résultat est à la fois décevant, puisque dans trois cas sur quatre il n'y a pas de mémoire, et prometteur, puisque l'on peut espérer utiliser cette caractéristique plus facilement que sur les autres indicateurs de sentiment. En effet, le kurtosis est directement lié aux rentabilités.

Les résultats obtenus dans les deux recherches présentées dans cette seconde partie ouvrent la voie à d'autres travaux, par exemple une étude plus large de la présence de mémoire longue sur les moments centrés de la distribution des rentabilités d'autres marchés et pour d'autres échelles de temps, toujours dans le but d'optimiser l'intégration du sentiment de marché dans la gestion d'actifs.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'hypothèse d'efficience des marchés a fourni à la finance un cadre stable et des modèles accessibles pendant une longue période qui a commencé dans les années 1960. A cette conception du fonctionnement des marchés financiers est attachée une stratégie de gestion des portefeuilles d'actions extrêmement simple, appelée *buy and hold* : puisque les cours des titres intègrent parfaitement toute l'information disponible, on peut en acheter à tout moment, il suffit ensuite de les garder le plus longtemps possible pour profiter de leur hausse à long terme.

Le krach de 1987 a marqué le véritable début de la remise en cause de ces principes. La rationalité des investisseurs, que l'histoire financière incitait déjà à considérer avec circonspection, a été à nouveau mise en doute. La volonté de mieux intégrer le comportement des investisseurs, en passant de la vision froide d'êtres rationnels qui cherchent uniquement à maximiser leur espérance d'utilité à celle d'individus tels que les appréhendent les psychologues, sociologues ou anthropologues, est à la base de la création de la finance comportementale.

Comme le remarque Shiller (2003)⁴⁵³, la finance comportementale n'a pas pour finalité la recherche d'une recette miracle permettant de gagner de l'argent mais l'approfondissement de la connaissance du fonctionnement des marchés financiers, ce qui peut tout de même permettre d'aider les gestionnaires de fonds à prendre leurs décisions. Preuve de l'impact de l'approche comportementale, plusieurs gestionnaires réputés comme JP Morgan ou CCR Asset Management la revendiquent pour certains de leurs OPCVM.

Issu de la finance comportementale, le sentiment de marché peut être vu comme la tentative d'agrèger en une seule variable l'ensemble du comportement des investisseurs. C'était le sujet de cette thèse dont la conclusion sera articulée de la manière suivante :

⁴⁵³ Shiller R. J., "From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance" in *Journal of Economic Perspectives*, 2003, vol.17, n°1.

après avoir rappelé quelle était la problématique, nous ferons une synthèse des différents développements puis nous insisterons sur les apports et les perspectives de recherches.

1 - Rappel de la problématique

L'objectif de cette recherche était d'étudier de manière approfondie le sentiment de marché, ses modes de mesure et, essentiellement au travers de la partie empirique, certaines modalités de son utilisation dans la gestion d'actifs.

Il s'agissait d'abord de définir et mettre en perspective la notion de sentiment de marché en essayant de cerner les limites de la rationalité des investisseurs, tant individuelle, principalement à l'aide des heuristiques et de la neuroéconomie, que collective, en utilisant les notions de mimétisme et de bulle spéculative. Nous avons aussi détaillé les différents modes de mesure du sentiment de marché et tenté d'évaluer leur pertinence en nous référant aux études qui y ont été consacrées.

Ensuite, nous avons proposé deux recherches, largement indépendantes, relatives à l'intégration du sentiment de marché dans la gestion d'actifs :

- Nous avons mis en évidence le fait que les moments centrés d'ordres trois et quatre peuvent être vus comme des indicateurs de sentiment,
- Nous avons montré que le comportement des indicateurs de sentiment ne correspond pas à l'utilisation *contrarian* qui en est souvent faite.

2 - Synthèse

Cette thèse s'inscrit dans le champ de la finance comportementale, courant qui cherche à prendre en compte de manière plus sophistiquée le comportement des investisseurs, en ne se limitant pas à les considérer comme rationnels et solitaires. Par conséquent, après le rappel de définitions, une large part du chapitre I a été consacrée à différents développements relatifs à la rationalité. La rationalité individuelle est remise en cause

par les heuristiques et les expériences issues de la neuroéconomie. Mimétisme et bulles spéculatives permettent de modifier le regard que l'on porte sur les investisseurs en incluant les phénomènes d'imitation. Le mimétisme est une approche particulièrement intéressante car il permet de bien comprendre qu'un investisseur peut rester rationnel dans son comportement et ses anticipations en copiant le comportement des autres mais que, lorsque l'information sur les fondamentaux n'est plus vraiment prise en compte, les anticipations ne sont plus rationnelles. On peut imaginer l'utilisation du sentiment de marché dans l'une et l'autre de ces situations. S'il n'y a pas de définition unique du sentiment de marché, nous avons retenu celle de Baker et Wurgler (2007)⁴⁵⁴ : *"le sentiment de l'investisseur est une croyance relative aux cash flows futurs et aux risques liés à l'investissement qui n'est pas justifiée par l'information disponible"*.

L'intérêt que suscite le sentiment de marché a conduit à la création d'un grand nombre de modes de mesure. Ils ont été décrits dans le chapitre II. On peut les regrouper en trois catégories : les mesures directes, par sondage, les mesures indirectes, qui utilisent généralement différentes données de marché, et les mesures composites, qui tentent de combiner, à l'aide de méthodes statistiques, les informations données par plusieurs indicateurs de sentiment. La pertinence de ces mesures est largement fonction de leur capacité à permettre une anticipation des rentabilités voire de la volatilité. S'il est difficile de résumer l'ensemble des recherches faites sur ce sujet, les mesures indirectes semblent sensiblement plus efficaces mais, globalement, la pertinence du sentiment de marché comme outil de prévision des rentabilités peine à apparaître nettement. De manière assez inattendue, le sentiment de marché semble plus fortement lié aux rentabilités antérieures qu'aux rentabilités futures. Il n'existe pas de relation probante avec la volatilité.

Selon Bachelier (1900), les marchés, soumis à de multiples influences, varient selon une loi normale. Il est maintenant reconnu qu'en fait la distribution des rentabilités est asymétrique et leptokurtique. Par ailleurs, nous avons vu précédemment que le comportement des investisseurs est souvent éloigné de la rationalité parfaite qui sert de pilier à l'hypothèse d'efficience. Dans le chapitre III, nous avons cherché à mettre en évidence un lien entre ces deux faits, en d'autres termes à déterminer si les skewness et kurtosis peuvent être considérés comme des indicateurs de sentiment. A défaut de

⁴⁵⁴ Baker M. et Wurgler J. (2007, loc. cit.).

pouvoir être démontrée, cette relation entre moments centrés d'ordre supérieur et sentiment de marché est présente dans la fonction sentiment proposée par Shefrin (2008)⁴⁵⁵, dans plusieurs modèles multi-agents et dans le modèle proposé par Alles (2004)⁴⁵⁶.

Le sentiment de marché est généralement utilisé dans le cadre d'une stratégie *contrarian* : les opérateurs essaient, à l'aide d'indicateurs de sentiment, de repérer des moments d'optimisme ou de pessimisme extrême. Ils anticipent le retour du sentiment mesuré vers une zone plus neutre voire opposée devant produire un mouvement des prix dont le sens est prévisible. Dans le chapitre IV, nous avons montré en analysant plusieurs indicateurs de sentiment qu'ils sont en réalité affectés par de la mémoire, courte ou longue. Leur évolution est donc caractérisée par des phases de persistance : les valeurs élevées ou, à l'opposé, basses tendent à se succéder.

Les résultats obtenus dans les chapitres III et IV font naturellement partie des apports de cette thèse détaillés dans la section suivante.

3 - Principaux apports

Le chapitre I a été consacré à une revue de la littérature relative au sentiment de marché et à la rationalité. Les interactions entre les investisseurs et donc la dimension collective de la rationalité apparaissent clairement. Dans certaines situations, dites de mimétisme rationnel, l'utilisation du sentiment de marché peut être compatible avec l'efficacité du marché.

Dans le chapitre II, une étude aussi exhaustive que possible des modes de mesure du sentiment de marché a été présentée. Même si les résultats des nombreuses recherches consacrées à ce sujet sont difficiles à synthétiser, le lien entre le sentiment mesuré et les rentabilités futures n'est pas net. En revanche, les rentabilités passées semblent influencer fortement le sentiment des investisseurs.

⁴⁵⁵ Shefrin H. (2008, op. cit.).

⁴⁵⁶ Alles L. (2004, loc. cit.).

Après ces deux chapitres consacrés à une revue de la littérature, nous avons voulu aller au plus près des préoccupations liées à la gestion d'actifs. Dans le cadre de l'hypothèse d'efficience, la place des gestionnaires de fonds est réduite puisque la seule stratégie d'investissement, dite passive, consiste à acheter des valeurs et à les conserver aussi longtemps que possible. Ceci a conduit à une large déconnexion entre des praticiens rémunérés pour choisir des titres et surperformer les indices et des chercheurs affirmant que c'est impossible. Prenant en compte des comportements qui ne se limitent pas à la rationalité et qui peuvent produire des écarts significatifs entre cours et valeur fondamentale, la finance comportementale est certainement plus en phase avec la pratique des investisseurs. Au-delà des campagnes de communication de certains établissements financiers citées précédemment, il ne nous a toutefois pas été possible de savoir comment la finance comportementale est intégrée dans les méthodes de gestion. Malgré tout, nous avons présenté dans les chapitres III et IV deux recherches en ayant le souci de rester aussi près que possible de la pratique des investisseurs.

Pour établir la relation entre skewness, kurtosis et sentiment de marché, nous avons étudié, dans le chapitre III, trois modèles multi-agents. Au-delà des différences méthodologiques, tous montrent un lien entre le comportement des investisseurs et le kurtosis de la distribution des rentabilités. Ensuite, nous avons repris le modèle de chocs d'informations conçu par Alles (2004)⁴⁵⁷. Alors qu'il n'était utilisé que pour le skewness, nous l'avons étendu au kurtosis pour les besoins de notre étude et, afin d'éviter les évolutions erratiques qui perturbaient certains résultats, nous avons défini une nouvelle méthodologie pour la simulation de Monte-Carlo. Plus précisément, nous avons fait varier à chaque tirage l'ensemble des données définies grâce à une loi de probabilité ; nous avons aussi fait passer le nombre de tirages de cent à cinq mille, ce qui permet d'améliorer la stabilité des résultats. Les résultats obtenus confirment la relation entre la valeur du skewness et les caractéristiques des chocs d'information. Ils montrent que le kurtosis y est tout aussi sensible. Dans le cadre de notre étude sur le sentiment de marché, il est particulièrement important de remarquer que les caractéristiques des chocs d'information, essentiellement le niveau de l'incertitude, la durée de sa période de résorption et la proportion de bonnes et mauvaises nouvelles, sont des éléments subjectifs, qui peuvent évoluer selon la psychologie des intervenants. Par exemple, si les investisseurs ont l'impression de ne pas avoir une bonne visibilité sur les perspectives

⁴⁵⁷ Alles L. (2004, loc. cit.).

économiques, pour une entreprise ou un marché, ils peuvent considérer que l'incertitude est plus forte, qu'elle se résorbera plus lentement. Grâce au modèle d'Alles, on constate que ceci rend le skewness plus négatif et le kurtosis plus positif.

Dans le chapitre IV, nous avons montré que les indicateurs du sentiment des investisseurs sont des processus affectés par de la mémoire, longue ou courte. L'intensité de cette mémoire est particulièrement forte. Si nous n'avons pu tester qu'un nombre limité des multiples modes de mesure du sentiment de marché, ce qui est une limite évidente, ces résultats suggèrent que l'utilisation des indicateurs de sentiment, dans le cadre de stratégies *contrarian*, devrait être revue pour tenir compte de la particularité des processus à mémoire : une évolution caractérisée par des phases de persistance. Suite aux résultats obtenus dans le chapitre III, nous avons inclus dans le champ de notre étude les moments centrés d'ordre supérieur de deux marchés. Pour un des quatre moments, nous avons remarqué la présence de mémoire, plus précisément de mémoire longue. Ce résultat nous semble important car les skewness et kurtosis ne souffrent naturellement pas du lien flou avec les rentabilités remarqué pour les indicateurs de sentiment habituels. Comme nous le verrons dans la section suivante, il devrait être possible d'exploiter cette propriété pour la gestion d'actifs.

4 - Perspectives de recherches

La nature des prolongements aux travaux présentés dans cette thèse dépend dans une large mesure des évolutions de la recherche en finance et, plus précisément, de la non-remise en cause de l'approche comportementale.

Comme l'annonçait Thaler en 1999⁴⁵⁸, la finance comportementale tend à devenir le courant dominant mais la gravité de la récente crise économique et financière est propice aux remises en questions. En particulier, pour Orléan⁴⁵⁹, les marchés financiers n'ont pas la capacité à remplir leurs fonctions économiques, essentiellement parce qu'ils ne produisent pas suffisamment de forces de rappel pour ramener le prix d'un actif à

⁴⁵⁸ Thaler R. H. (1999, loc. cit.).

⁴⁵⁹ Orléan A., *De l'euphorie à la panique : penser la crise financière*, 2009, coll. CEPREMAP, éd. Rue d'Ulm, Paris.

proximité de sa valeur fondamentale. Ce défaut, proche de la notion de mimétisme, est pour lui ancré dans la nature même de leur fonctionnement qui génère de ce fait une instabilité économique et ne peut donc qu'être insatisfaisant. Même si elle paraît peu probable aujourd'hui, une remise en cause de la structure même des circuits financiers aurait bien évidemment un impact majeur sur nos recherches.

Si on se replace dans un contexte plus "classique", dans lequel marchés et finance comportementale ont toute leur place, nos travaux peuvent être poursuivis suivant plusieurs axes :

- La première direction est la recherche de mémoire sur les moments centrés d'ordre supérieur d'un plus grand nombre de marchés : actions, taux, matières premières, monnaies et sur d'autres indicateurs de sentiment afin d'essayer de généraliser les résultats et d'intégrer les propriétés des processus à mémoire, essentiellement les phases de persistance, dans des stratégies d'investissement.
- Alors que se développe le trading à haute fréquence, l'étude du comportement des skewness et kurtosis sur d'autres échelles de temps est un autre axe de recherche.
- De nombreuses tentatives de modélisations des processus à mémoire longue ont été proposées, par exemple au travers de processus ARFIMA. C'est également une voie de recherche visant à essayer de prévoir le niveau du sentiment mesuré puis à inclure cette anticipation parmi les critères de choix de portefeuille.

Au final, cette étude du sentiment de marché peut être vue comme une première étape tant les questions relatives à l'intégration du comportement des investisseurs dans la gestion d'actifs restent nombreuses.

LISTE DES ABREVIATIONS

AAII : association américaine des investisseurs individuels

ARFIMA : auto regressive fractionally integrated moving average

ARMA : auto regressive moving average

CBOE : Chicago board options Exchange

CFTC : commodity futures trading commission

CME : Chicago market exchange

COT : commitment of traders

CRB : commodity research bureau

CRSP : center for research in security prices

DJIA : Dow Jones industriel

FCIMT : fonds commun d'intervention sur les marchés à terme

FED : Réserve Fédérale américaine

MCCI : indices de confiance des consommateurs de l'Université du Michigan

MEDAF : modèle d'évaluation des actifs financiers

NYSE : New York stock exchange

ONU : Organisation des Nations Unies

OPCVM : organisme de placement collectif en valeurs mobilières

PER : *price earning* ratio

SP 100 : Standard & Poor's 100

SP 500 : Standard & Poor's 500

SRD : service de règlement différé

SVI : search volume index

VIX : estimateur de la volatilité implicite du SP 500 à trente jours annualisée

VXO : estimateur de la volatilité implicite du SP 100 à trente jours annualisée

LISTE DES FIGURES

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 1.1 : performance anormale cumulée moyenne des portefeuilles (source : De Bondt et Thaler, 1985) | 40 |
| Figure 2.1 : taux d'intérêt attendu par les consommateurs et moyenne à quatre trimestres du taux d'intérêt interbancaire à un jour (source : Université de Michigan) | 82 |
| Figure 2.2 : taux de chômage anticipé par les consommateurs et taux de chômage réel (source : Université de Michigan)..... | 82 |
| Figure 2.3 : indices de confiance des consommateurs de l'Université du Michigan (échelle de gauche) et du <i>Conference Board</i> (échelle de droite) - (source : Bram et Ludvigson, 1998) | 84 |
| Figure 2.4 : part des membres de l'AAII qui déclarent anticiper une hausse du Standard & Poor's 500 pour les six mois venir (du 24/07/1987 au 04/03/2010) - (source AAI)..... | 85 |
| Figure 2.5 : indice <i>bubble expectation</i> et composantes (source : Shiller, 2000) | 88 |
| Figure 2.6 : indice <i>negative bubble expectation</i> et composantes (source : Shiller, 2000) | 89 |
| Figure 2.7 : indice de confiance et composantes (source : Shiller, 2000) | 89 |
| Figure 2.8 : Yale <i>one-year confidence index</i> | 91 |
| Figure 2.9 : Yale <i>buy-on-dips confidence index</i> | 92 |
| Figure 2.10 : Yale <i>crash confidence index</i> | 92 |
| Figure 2.11 : Yale <i>valuation confidence index</i> | 93 |
| Figure 2.12 : indices Sentix, répartition des sondés (source : Sentix, 2008)..... | 95 |
| Figure 2.13 : recherche Google Trends - SVI pour IBM (au 12/04/2010)..... | 111 |
| Figure 2.14 : indice de sentiment composite de 1962 à 2001 (source : Baker et Wurgler, 2003) | 121 |
| Figure 2.15 : SP 500 et souscriptions nettes aux fonds mutuels à long-terme (source : Zero Hedge)..... | 129 |
| Figure 3.1 : skewness trimestriel du SP 500 de 1980 à 2009 | 154 |
| Figure 3.2 : kurtosis trimestriel du SP 500 de 1980 à 2009..... | 154 |
| Figure 3.3 : corrélogramme <i>State Street investor confidence index</i> et CBOE put call ratio | 160 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 3.4 : corrélogramme skewness et <i>State Street investor confidence index</i> | 161 |
| Figure 3.5 : corrélogramme kurtosis et <i>State Street investor confidence index</i> | 161 |
| Figure 3.6 : corrélogramme skewness et CBOE put call ratio | 162 |
| Figure 3.7 : corrélogramme kurtosis et CBOE put call ratio..... | 162 |
| Figure 3.8 : fonction sentiment lorsque les investisseurs sont excessivement optimistes (source : Shefrin, 2008)..... | 165 |
| Figure 3.9 : fonction sentiment lorsque les investisseurs sont excessivement pessimistes (source : Shefrin, 2008)..... | 165 |
| Figure 3.10 : fonction sentiment lorsqu'un investisseur est excessivement optimiste et que l'autre est trop pessimiste (source : Shefrin, 2008) | 166 |
| Figure 3.11 : fonction sentiment lorsque les investisseurs sont surconfiants et optimistes (source : Shefrin, 2008)..... | 167 |
| Figure 3.12 : fonction sentiment lorsque les investisseurs sont surconfiants et pessimistes (source : Shefrin, 2008)..... | 167 |
| Figure 3.13 : représentation schématique du modèle de Lux et Marchesi (source : Samanidou et al., 2007) | 174 |
| Figure 3.14 : simulation des rentabilités logarithmiques (partie haute) et part des chartistes parmi les intervenants (partie basse) - (source : Lux et Marchesi, 2000)..... | 179 |
| Figure 3.15 : fonction valeur (source : Kahneman et Tversky, 1979)..... | 191 |
| Figure 3.16 : estimation du skewness selon le nombre de tirages..... | 195 |
| Figure 3.17 : estimation du kurtosis selon le nombre de tirages | 196 |
| Figure 3.18 : écart-type à cent périodes de l'estimation du skewness selon le nombre de tirages..... | 196 |
| Figure 3.19 : écart-type à cent jours de l'estimation du kurtosis selon le nombre de tirages..... | 196 |
| Figure 4.1 : processus anti-persistant - $H=0,1$ (source : Mignon, 1998)..... | 212 |
| Figure 4.2 : processus sans mémoire longue - $H=0,5$ (source : Mignon, 1998)..... | 212 |
| Figure 4.3 : processus à mémoire longue - $H=0,9$ (source : Mignon, 1998)..... | 212 |
| Figure 4.4 : cours du <i>Beveridge wheat price index</i> de 1500 à 1869 (source : Baillie, 1996) | 222 |
| Figure 4.5 : corrélogramme du <i>Beveridge wheat price index</i> (source : Baillie, 1996)..... | 222 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 4.6 : écarts à la moyenne des rentabilités hebdomadaires du SP 500 selon la position de l'indice Sentix SNTXSPH1 (sentiment à 1 mois) en début de période | 236 |
| Figure 4.7 : écarts à la moyenne des rentabilités hebdomadaires du SP 500 selon la position de l'indice Sentix SNTXSPH6 (sentiment à 6 mois) en début de période | 237 |
| Figure 4.8 : écarts à la moyenne des variations hebdomadaires des taux US à dix ans selon la position de l'indice Sentix SNTXTYH1 (sentiment à 1 mois) en début de période..... | 237 |
| Figure 4.9 : écarts à la moyenne des variations hebdomadaires des taux US à dix ans selon la position de l'indice Sentix SNTXTYH6 (sentiment à 6 mois) en début de période..... | 238 |
| Figure 4.10 : corrélogramme de l'indice SNTXTYH6 | 245 |
| Figure 4.11 : cumul des écarts à la moyenne pour les indices de sentiment Sentix sur le SP 500..... | 246 |
| Figure 4.12 : cumul des écarts à la moyenne pour les indices de sentiment Sentix sur le taux des T-notes à 10 ans..... | 246 |
| Figure 4.13 : indicateurs de sentiment, coefficients d'autocorrélation d'ordres 1 à 25 | 249 |
| Figure 4.14 : cumul des écarts à la moyenne pour le put call ratio du CBOE | 249 |
| Figure 4.15 : corrélogramme du skewness trimestriel calculé pour les variations du taux des T-notes à 10 ans..... | 251 |
| Figure 4.16 : corrélogramme du skewness trimestriel calculé pour le SP 500..... | 252 |
| Figure 4.17 : corrélogramme du kurtosis trimestriel calculé pour le SP 500 | 252 |
| Figure 4.18 : cumul des écarts à la moyenne pour les moments centrés d'ordre supérieur des rentabilités du SP 500..... | 253 |
| Figure 4.19 : cumul des écarts à la moyenne pour les moments centrés d'ordre supérieur des variations du taux des T-notes à 10 ans..... | 253 |
| Figure 4.20 : kurtosis des variations du taux d'intérêt des T-notes à dix ans | 256 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau 1.1 : résultats de l'enquête (source des données : Benartzi et Thaler, 2001)..... | 41 |
| Tableau 1.2 : fonctionnement neuronal bidimensionnel (source Camerer et al., 2005)..... | 69 |
| Tableau 2.1 : enquêtes de l'université du Michigan et du <i>Conference Board</i> (source : Bram et Ludvigson, 1998) | 83 |
| Tableau 2.2 : statistiques relatives à la part des haussiers et des baissiers dans les enquêtes de l'AAII (source : Sundial Capital Research) | 86 |
| Tableau 2.3 : sentiment, corrélation entre mesures directes et indirectes (source : Brown et Cliff, 2004) | 116 |
| Tableau 2.4 : performance comparée des portefeuilles-test (source : Brière et Chancari, 2004) | 132 |
| Tableau 3.1 : skewness et kurtosis sur différents marchés de capitaux..... | 153 |
| Tableau 3.2 : kurtosis ($\kappa(d)$) en fonction du mimétisme (c) selon le modèle de Bouchaud et Cont (2000)..... | 173 |
| Tableau 3.3 : skewness et kurtosis trimestriels du SP 500 en fonction des conditions économiques | 184 |
| Tableau 3.4 : skewness et kurtosis lorsque intensité du choc, incertitude et résorption varient ($\lambda=2$)..... | 197 |
| Tableau 3.5 : skewness et kurtosis en fonction de la répartition des bonnes et mauvaises nouvelles ($\lambda=2$) | 197 |
| Tableau 3.6 : skewness et kurtosis en fonction de l'incertitude sur bonnes et mauvaises nouvelles ($\lambda=2$) | 198 |
| Tableau 3.7 : skewness et kurtosis en fonction de la répartition des bonnes et mauvaises nouvelles ($\lambda=1$) | 199 |
| Tableau 3.8 : skewness et kurtosis lorsque intensité du choc, incertitude et résorption varient ($\lambda=2$, nombre de rentabilités porté à 500) | 200 |
| Tableau 3.9 : skewness et kurtosis en fonction de la répartition des bonnes et mauvaises nouvelles ($\lambda=2$, nombre de rentabilités porté à 500)..... | 200 |
| Tableau 3.10 : synthèse des résultats du modèle de choc d'informations dans un contexte d'information incertaine | 203 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau 4.1: seuils de signification de R/S modifié en fonction de V (source : Lo, 1991) | 215 |
| Tableau 4.2 : coefficients de Hurst estimés en utilisant R/S et R/S modifié et calculés pour différents indices actions (source : Mignon, 1998) | 224 |
| Tableau 4.3 : position (décile) de l'indice Sentix SNTXSPH1 (sentiment à un mois sur le SP 500) selon sa position de départ (probabilité en %) | 240 |
| Tableau 4.4 : position (décile) de l'indice Sentix SNTXSPH6 (sentiment à six mois sur le SP 500) selon sa position de départ (probabilité en %) | 240 |
| Tableau 4.5 : position (décile) de l'indice Sentix SNTXTYH1 (sentiment à un mois sur les taux à dix ans) selon sa position de départ (probabilité en %) | 241 |
| Tableau 4.6 : position (décile) de l'indice Sentix SNTXTYH6 (sentiment à six mois sur les taux à dix ans) selon sa position de départ (probabilité en %) | 241 |
| Tableau 4.7 : valeurs de H estimé par R/S et R/S modifié pour les indices Sentix retenus | 244 |
| Tableau 4.8 : valeurs de H estimé par R/S et R/S modifié pour les indicateurs de sentiment retenus | 244 |
| Tableau 4.9 : valeurs de H estimés par R/S et R/S modifié pour les skewness et kurtosis des supports étudiés | 250 |

BIBLIOGRAPHIE

- Arditti F. D., "Risk and the required return on equity", in *Journal of Finance*, 1967, n° 22.
- Arditti F. D., "Another look at mutual fund performance", in *Journal of Financial Quantitative Analysis*, 1971, n° 6.
- Adelman I., "Long cycles: fact or artefact?", in *American Economic Review*, juin 1965.
- Akerlof A. A. et Shiller J. S., *Animal spirits: how human psychology drives the economy, and why it matters for global capitalism*, 2010, Princeton University Press, USA.
- Akoun, *Le dictionnaire de sociologie*, 1999, coll. Dictionnaires Le Robert/Seuil, Le Robert, Paris.
- Allais M., "Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : critique des postulats et axiomes de l'école américaine" in *Econometrica*, 1953, vol. 21, 4.
- Alles L., "Time varying skewness in stocks returns: an information-based explanation" in *Quarterly journal of business and economics*, winter/spring 2004.
- Alles L. et Kling J., "Regularities in the variation of skewness in stock index returns" in *Journal of Financial Research*, fall 1994.
- Andrews D., "Heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix estimation" in *Econometrica*, 1991, vol.59.
- Ariel R. A., "A monthly effect in stock returns" in *Journal of Financials Economics*, 1987, vol. 18, 1.
- Ariel R. A., "High stock returns before holidays: existence and evidence on possible causes", *The Journal of Finance*, 1990, vol. 45, 5.
- ARMS R. W. Jr, *The Arms index (TRIN): an introduction to volume analysis of stock and bond markets*, 1ère édition, 1996, Marketplace Books, Columbia, Maryland, USA.
- Bachelier L., "Théorie de la spéculation", in *Annales scientifiques de l'E.N.S. 3^{ème} série*, 1900, tome 17.
- Baillie R. T., "Long memory process and fractional integration in econometrics" in *Journal of Econometrics*, 1996, 73.

- Baker M. et Stein J. C., "Market liquidity as a sentiment indicator" in *Journal of Financial Markets*, 2004, 7.
- Baker M. et Wurgler J., "Investor sentiment and the cross-section of stock returns" in *Journal of Finance*, 2006, vol. 61, 4.
- Baker M. et Wurgler J., "Investor sentiment in the stock market" in *Journal of Economic Perspectives*, Spring 2007, vol. 21, 2.
- Banz R. W., "The relationship between return and market value of common stocks" in *Journal of Financial Economics*, 1981, 9.
- Barberis N., Schleifer A. et Vishny R., "A model of investor sentiment" in *Journal of Financial Economics*, 1998, 49.
- Barberis N., Shleifer A. et Wurgler J., "Comovement" in *Journal of Financial Economics*, 2005, vol. 75, 2.
- Basu S., "Investment performance of common stocks in relation to their price-earning ratios: a test of the efficient market hypothesis" in *The Journal of Finance*, 1977, vol. 32, 3.
- Baumeister R. F., Bratslavsky E., Muraven M. et Tice D. M., "Ego depletion: is the active self a limited resource ?" in *Journal of Personality and Social Psychology*, 1998, vol. 74.
- Bayes T., "An essay towards solving a problem in the doctrine of chances" in *The Philosophical Transactions*, 1763, 53.
- Bedi J., Richards A. et Tennant P., The characteristics and trading behavior of dual listed companies, 2003, research discussion paper 2003-06, international department, Reserve bank of Australia.
- Benartzi S. et Thaler R., "Naive strategies in defined contribution saving plans" in *American Economic Review*, 2001.
- Berkowitz L., "Anger" in *Handbook of Cognition and Emotion*, 1999, édité par Dalglish T. et Power M. J., Wiley, New-York, USA.
- Beveridge W. H., "Wheat Prices and rainfall in western Europe" in *Journal of the Royal Statistical Society*, 1922.

Blanchard O. J. et Watson M. W., " Bulles, anticipations rationnelles et marchés financiers" in *Annales de l'INSEE*, 1984, 54.

Blanchard O. J., "Speculative bubbles, crashes and rational expectations" in *Economic Letters*, 1979, vol. 3, 4.

Bouchaud J.P. et Cont R., "Herd behavior and aggregate fluctuations in financial markets" in *Macroeconomic Dynamics*, 2000, 4.

Bourbonnais R. et Terraza M., *Analyse des séries temporelles*, 2008, 2^{ème} édition, coll. Eco sup, Dunod, Paris.

Bram J. et Ludvigson S., "Does consumer confidence forecast household expenditure? A sentiment index horse race" in *FRBNY Economic Policy Review*, 1998, juin.

Breeden D. T. et Litzenberger R. H., "Prices of State Contingent Claims Implicit in Options Prices" in *Journal of Business*, 1978, vol. 51, 4.

Bremer M., Hirose T. et Kato H. K., "Can margin traders predict future stock returns in Japan?" in *Pacific-Basin Journal*, 2009, vol. 17, 1.

Brière M. et Chancari K., "Perception des risques sur les marchés, construction d'un indice élaboré à partir des smiles d'options et test de stratégies" in *Revue d'économie politique*, 2004/4, vol. 114.

Broihanne M.-H., Merli M. et Roger P., *Finance comportementale*, 2004, Economica, collection Gestion, Paris.

Brown B. W. et Maital S., "What do economists know? An empirical study of expert's expectations" in *Econometrica*, 1981, vol. 49, 2.

Brown D. R., "Stimulus-similarity and the anchoring of subjective scales" in *The American Journal of Psychology*, 1953, vol. 66, 2.

Brown G. W., "Volatility, sentiment, and noise traders" in *Financial Analysts Journal*, 1999, 55.

Brown G. W. et Cliff M. T., "Investor sentiment and the near-term stock market" in *Journal of Empirical Finance*, 2004, vol. 11, 1.

Brown G. W. et Cliff M. T., "Investor sentiment and asset valuation" in *Journal of Business*, 2005, vol. 78, n°2.

Brown K., Harlow W., Tinic S., "Risk aversion, uncertain information and market efficiency" in *Journal of Financial Economics*, 1988, p. 355-385.

Brown S., Goetzmann W. N., Shiraishi N. et Watanabe M., Investor sentiment in Japanese and U.S. daily mutual fund, working paper, 2002, Yale school of management.

Brunnermeier M. K. et Parker J. A., "Optimal expectations" in *The American Economic Review*, 2005, vol. 95, 4.

Brunnermeier M. K., Gollier C. et Parker J. A., "Optimal beliefs, asset prices and the preference for skewed returns" in *The American Economic review*, 2007, vol. 97, 2.

Burch T. R., Emery D. R. et Fuerst M. E., "What can nine-eleven tell us about closed-end fund discounts and investor sentiment?" in *Financial Review*, 2003, 38.

Callen E. et Shapero D., "A theory of social imitation" in *Physics Today*, 1974, July.

Camerer C., "Bubbles and fads in asset prices" in *Journal of Economic Surveys*, 1989, vol. 3, 1.

Camerer C., Loewenstein G. et Prelec D., "Neuroeconomics: how neuroscience can inform economics" in *Journal of Economic Literature*, 2005, vol. 43.

Chamoli A., Bansal A. R. et Dimri V. P., "Wavelet and rescaled range approach for the Hurst coefficient for short and long time series" in *Computer & Geosciences*, 2007, vol. 33, 1.

Chaouachi M., "Détection de la mémoire longue dans la chronique de pétrole", texte disponible à l'adresse : http://team.univ-paris1.fr/seminaire/2005_Chaouachi.pdf, consulté le 04/01/2010.

Cheung Y. W. et Lai K. S., "A fractional cointegration analysis of purchasing power parity" in *Journal of Business and Economic Statistics*, 1993, vol. 1, 1.

Choi H. and Varian H., "Predicting the present with *Google Trends*", working paper, 2009, Google Inc.

Clarke R. G. et Statman M., "Bullish or Bearish?" in *Financial Analysts Journal*, 1998, vol. 54, n° 6.

Cochrane J. H., "Volatility tests and efficient markets: a review essay" in *Journal of Monetary Economics*, 1991, vol. 27, 3.

Colmant B., Gillet R. et Szafarz, *Efficiencce des marchés : concepts, bulles spéculatives et image comptable*, 2009, 2^{ème} édition, coll. Cahiers Financiers, Larcier, Bruxelles, Belgique.

Cont. R., "Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues" in *Quantitative Finance*, vol. 1, 2001.

Cooper A. C., Dunkelberg W. C. et Woo C. Y., "Entrepreneur's perceived chances for success" in *Journal of Business Venturing*, 1988, vol. 3, 2.

Crescenzi A., *The Strategic bond investor: Strategies and tools to unlock the power of the bond market*, 1ère édition, 2002, McGraw-Hill, Colombus, USA.

Da Z., Engelberg J. et Gao P., "In search of attention", working paper, 2009, Université Notre-Dame, USA.

Dacorogna M. M., Muller U. A., Nagler R. J., Olsen R. B. et Pictet O.V., "A geographical model for the daily and weekly seasonal volatility in the foreign exchange market" in *Journal of International Money and Finance*, 1993, vol. 12, 4.

Daele M., "In the mood: investor sentiment, stock returns and volatility in Germany", thèse de fin d'études, Université de Maastricht, 2005.

Dana J. et Lowenstein G., "A psychological perspective on the influence of gifts to physicians from industry" in *Journal of the American Medical Association*, 2003, 290.

Daniel K., Hirshleifer D. et Subrahmanyam A., "Investor psychology and security market under and over-reactions" in *Journal of Finance*, 1998, 53.

De Bondt W. F. M. et Thaler R., "Does the stock market overreact ?" in *Journal of Finance*, 1985, vol. 40, 3.

De Bondt W. F. M. et Thaler R., "Further evidence on investor overreaction and stock market seasonality" in *Journal of Finance*, 1987, vol. 42, 3.

De Bondt W. F. M., "Betting on trends: intuitive forecasts of financial risk and return", *International Journal of Forecasting*, 1993, vol. 9, n° 3.

De Long J. B., Shleifer A., Summers L. H. et Waldmann R. J., "Noise trader risk in financial markets" in *Journal of Political Economy*, 1990, 98.

Denis D., McConnell J., Ovtchinnikov A. et Yu Y., "S&P 500 index additions and earning expectations" in *The Journal of Finance*, 2003, vol. 58, 5.

Derbel T., Hamon J. et Jacquillat B., "Les anomalies boursières : les effets PER, taille et prix" in *Les Cahiers de recherche du CEREG*, 1991, Université Paris-Dauphine, 9101.

Dickey D. A. et Fuller W. A., "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root" in *The Journal of the American Statistical Association*, 1979, vol. 74, 366.

Dickey D. A. et Fuller W. A., "Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root" in *Econometrica*, 1981, vol. 49, 4.

Dimson E., et Marsh P., "Closed-end funds: a survey" in *Financial Markets, Institutions & Instruments*, 1999, 8.

Ding Z., Granger C. W. J. et Engle R. F., "A long memory property of stock market returns and a new model" in *Journal of Empirical Finance*, 1993, vol. 1, 1.

DiSario R., Saraoglu H., McCarthy J. et Li H. C., "An investigation of long memory in various measures of stock market volatility, using wavelets and aggregate series" in *Journal of Economics and finance*, 2008, 2, vol. 32.

Doukas J. A. et Petmezas D., "Acquisitions, overconfident managers and self-attribution bias" in *European Financial Management*, 2007, vol. 13, 3.

Edmans A., Garcia D. et Norli O., "Sports sentiment and stock returns", *Sixteenth Annual Utah Winter Finance Conference* (actes du colloque), mai 2006.

Ellsberg D., "Risk, ambiguity, and the savage axioms" in *the Quarterly journal of Economics*, 1961, vol. 75, 4.

Fama E., "The behavior of stock-market prices", in *Journal of Business*, 1965a, n°38.

Fama E.F., "Random walk in stock market prices" in *Financial Analysts Journal*, 1965b, vol. 21, 5.

Fama E.F., "Efficient capital market: a review of theory and empirical work" in *Journal of Finance*, 1970, vol. 25, n°2.

Fama E. F., "Efficient Capital Markets: II" in *Journal of Finance*, 1991, vol. 46, 5.

Fama E. F., "Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance" in *Journal of Financial Economics*, 1998, vol. 49, 3.

Fisher A. M., "Practitioners' corner. Unit roots and survey data" in *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 1989, vol. 51, 4.

- Fisher K. L. et Statman M., "Investor sentiment and stock returns" in *Financial Analysts Journal*, 2000, 56.
- Fisher K. L. et Statman M., "Consumer confidence and stock returns" in *Journal of Portfolio Management*, 2003, 30.
- Flood R. P. et Garber P. M., "Market fundamentals versus price-level bubbles: the first tests" in *The Journal of Political Economy*, 1980, vol. 88, 4.
- French K., "Stock returns and the weekend effect" in *Journal of Financial Economics*, 1980, vol. 8, 1.
- Frieder L. et Subrahmanyam A., "Nonsecular regularities in returns and volume" in *Financial Analysts Journal*, 2004, vol. 60, 4.
- Froot K. et Dabora E., "How are stock prices affected by the location of trade?" in *Journal of Financial Economics*, 1999, vol. 53, 2.
- G. Kim and H. M. Markowitz, "Investment rules, margin and market volatility" in *Journal of Portfolio Management*, 1989, 16.
- Galanter E. et Pliner P., "Cross-modality matching of money against other continua" in *Sensation and measurement*, 1974, ed. Moskowitz H. R. et al., Springer, Heidelberg, Allemagne.
- Galbraith J. K., *Brève histoire de l'euphorie financière*, 1992, éd. Le Seuil.
- Gao F., Song F. et Wang J., "Rational or irrational expectations? Evidence from China's stock market" in *Journal of Risk Finance*, 2008, vol. 9, 5.
- Garber P. M., *Famous first bubbles: the fundamentals of early manias*, 2000, MIT press, Cambridge, USA.
- Geweke J. et Porter-Hudak S., "The estimation and application of long memory time series models" in *Journal of Time Series Analysis*, 1983, vol. 4, 4.
- Gillet P., *L'efficience des marchés financiers*, 2006, Economica, 2^{ème} édition, Paris.
- Girard R., *Mensonge romantique et vérité romanesque*, 1961, Grasset, Paris.
- Girerd-Potin I., *Les Anomalies de Rentabilité en France liées à la Taille et au P.E.R.*, Thèse de Sciences Economiques, 1991, Ecole Supérieure des Affaires de l'Université Grenoble 2.

Gobet F. and Simon H. A., "Recall of random and distorted chess positions: implications for the theory of expertise" in *Memory & Cognition*, 1996, vol. 24, 4.

Gonçalves C. "P., Artificial financial market model", accessible à l'adresse : <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/Artificial%20Financial%20Market>, page consultée le 16/02/2011.

Goodhart C., "The foreign exchange market: a random walk with a dragging anchor" in *Economica*, 1988, 55.

Greene M.T. and Fielitz B.D., "Long-term dependence in common stock returns" in *Journal of Financial Economics*, 1977, 5, 339-349.

Griffin D. et Tversky A., "The weighing of evidence and the determinants of confidence" in *Cognitive Psychology*, 1992, vol. 24, 3.

Grossman S. J. et Stiglitz J. E., "On the impossibility of informationally efficient markets" in *American Economic Review*, 1980, vol. 70, 3.

Gürkaynak R. S., "Econometric tests of asset price bubbles: taking stock" in *Journal of Economic Surveys*, 2008, vol. 22, 1.

Hamon J., "Le caractère saisonnier des rentabilités mensuelles à la bourse de Paris" in *Finance*, 1986, vol. 7, 1.

Hamon J. et Jacquillat B., "Effet janvier et taille à la bourse de Paris" in *Cahiers de recherche du CEREQ*, 1990, Université Paris-Dauphine, 9012.

Hamon J. et Jacquillat B., "Saisonnalité des rentabilités dans la semaine et la séance à la bourse de Paris" in *Finance*, 1991, vol. 12, 1.

Hamon J. et Jacquillat B., *Le marché français des actions. Etudes empiriques*, 1992, PUF, collection finance, Paris.

Harris L., "A transaction data study of weekly and intradaily patterns in stock returns" in *Journal of Financial Economics*, vol. 16, 1.

Harvey C. et Siddique A., "Conditional skewness in asset pricing tests" in *The Journal of Finance*, 2000, 60.

Helwege J. et Liang N., "Is there a pecking order? Evidence from a panel of IPO firms" in *Journal of Financial Economics*, 1996, 40.

Hirshleifer D. et Shumway T., "Good day sunshine: stock returns and the weather" in *Journal of Finance*, juin 2003, vol. 58, 3.

Hosking J. R. M., "L-moments: analysis and estimation of distribution using linear combinations of order statistics" in *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, 1990, vol. 52, 1.

Hosking J. R. M., "Some theoretical results concerning L-moments", IBM Research Division, research report RC14492, 1996.

Hübner M., "Sentix: Behavioral indices - A behaviorally oriented development of the TA tool-kit" in *IFTA Journal*, édition 2008.

Hull J., *Options, futures and other derivatives*, 7ème édition, 2008, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Hurst H. E., "The long-term storage capacity of reservoirs" in *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 1951, 116.

Indro D. C., "Does mutual fund flow reflect investor sentiment?" in *Journal of Behavioral Finance*, 2004, 5.

Jegadeesh N. et Titman S., "Returns to buying winners and selling losers: implications for stock market efficiency" in *Journal of Finance*, 1993, vol. 48, 1.

Jensen M. C., "Some anomalous evidence regarding market efficiency" in *Journal of Financial Economics*, 1978, vol. 6, 2-3.

Jovanovic F., "Le modèle de marche aléatoire dans l'économie financière de 1863 à 1976" in *Revue d'Histoire des Sciences Humaines*, 2009, vol. 1, 20.

Jurczenko E. et Maillet B., "The four-moment capital asset pricing model : between asset pricing and asset allocation" in *Multi-moment asset allocation and pricing models*, Wiley Finance, Chichester, 2006.

Kahneman D. et Tversky A., "Judgment under uncertainty: heuristics and biases" in *Science*, 1974, 185.

Kahneman D. et Tversky A., "Prospect theory: an analysis of decision under risk" in *Econometrica*, 1979, vol. 47, 2.

Kahneman D. et Tversky A., "Judgment under uncertainty: heuristics and biases" in *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*, 1982, ed. Kahneman D., Slovic P. et Tversky A., Cambridge University Press, Angleterre.

Kahneman D. et Tversky A., "Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty" in *Journal of Risk and Uncertainty*, 1992, vol. 5, 4.

Kaniel R., Saar G. et Titman S., Individual Investor Trading and Stock Returns, working paper, 2006, Department of Finance, National Bureau of Economic Research (NBER).

Katona G., *Psychological Economics*, 1975, Elsevier Science Ltd, Amsterdam.

Kendall M., et Hill B., "The Analysis of Economic Time-Series-Part I: Prices", in *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, 1953, vol. 16, n° 1.

Keynes J. M., *The general theory of employment, interest and money*, 1936, Palgrave Macmillan, Basingstoke, Angleterre.

Kindleberger C. P., "Bubbles" in *The New Palgrave Dictionary of Money and Finance* v. 1-3, 1992, eds. Newman P., Milgate M. et Eatwell J., 1992, Palgrave Macmillan, Basingstoke, Angleterre.

Kirman A., "Communication in markets: a suggested approach" in *Economic letters*, 1983, 12.

Kirman A., Interaction and markets, working paper, GREQAM, 1996.

Lakonishok J. et Smidt S., "Are seasonal anomalies real? A ninety-year perspective" in *Review of Financial Studies*, 1987, vol. 1, 4.

Lardic S. et Mignon V., *Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et financières*, 2002, Economica, Paris.

Lardic S. et Mignon V., *L'efficience informationnelle des marchés financiers*, 2006, La Découverte, collection repères, Paris.

Lawrence J. S., *Wall Street and Washington*, 1929, Princeton, Princeton University Press, USA.

Lee C. M. C., Shleifer A. et Thaler R. H., "Anomalies: closed-end mutual funds" in *Journal of Economic Perspectives*, 1990, 4.

Lee Y. W. et Song Z., When do value stocks outperform growth stocks? Investor sentiment and equity style rotation strategies, working paper, 2003, University of Rhode Island - Area of Finance and Insurance.

Lemmon M. et Portniaguina E., "Consumer confidence and asset prices: some empirical evidence" in *Review of Financial Studies*, 2006, 19.

Leroy S., "Expectations models of asset prices: a survey of theory" in *The Journal of Finance*, vol. XXXVII, n°1, mars 1982.

Levy M., Levy H. et Solomon S., "A microscopic model of the stock market: cycles, booms, and crashes" in *Economic Letters*, 1994, 45.

Levy-Garboua V. et Maarek G., *Macropsychanalyse, l'économie de l'inconscient*, 2007, Presses Universitaires de France, Paris.

Lintner J., "The value of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets" in *Review of Economics and Statistics*, 1965, vol. 47, 1.

Lo A. W., "Long-term memory in stock market prices" in *Econometrica*, 1991, vol. 5, 5.

Lo A. W., Mamaysky H. et Wang J., "Foundations of technical analysis: computational algorithms, statistical inference, and empirical implementation" in *Journal of Finance*, août 2000, vol. 55, 4.

Lo A. W. and Repin D. V., "The psychophysiology of real-time financial risk processing" in *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2002, vol. 14, 3.

Lobato I-N. et Velasco C., "Long memory in stock-market trading volume", in *Journal of Business & Economic Statistics*, 2000, 18.

Lucas E. L. et Sargent T. J., *Rational expectations and econometric practice*, volume 1, 1981, Minnesota Archive Editions, University of Minnesota Press, USA.

Luenberger D., *Microeconomic Theory*, 1995 McGraw-Hill, New-York.

Lux T., "Long-term stochastic dependence in financial prices: evidence from the German stock market" in *Applied Economics Letters*, 1996, 3.

Lux T. et Marchesi M., "Volatility clustering in financial markets: a microsimulation of interacting agents" in *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 2000, vol. 3, n°4.

- MacKinnon J. G., "Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests" in *Journal of Applied Econometrics*, 1996, vol. 11, 6.
- Maillet B. et Merlin P., Robust higher-order moments and efficient portfolio selection, 2009, disponible à l'adresse : <http://ssrn.com/abstract=1457703>.
- Malinverno A., "A simple method to estimate the fractal dimension of a self-affine series" in *Geophysical Research Letter*, 1990, vol. 17, 11.
- Malkiel B. G., "The efficient market hypothesis and its critics" in *Journal of Economic Perspectives*, 2003, vol. 17, 1.
- Malkiel G. M., *A random walk down Wall Street: the time-tested strategy for successful investing*, 9ème édition, 2007, W. W. Norton & Company, New York, USA.
- Mandelbrot B., "The variation of certain speculative prices", in *Journal of Business*, 1963, 36.
- Mandelbrot B., "Le problème de la réalité de cycles lents et le syndrome de Joseph", leçon faite au Collège de France le 22 janvier 1973 sur l'invitation du professeur François Perroux.
- Mandelbrot B., "L'application des fractales à la finance" in *Pour la Science*, 1997, 234.
- Mankiw N. G., Romer D. et Shapiro M. D., "An unbiased reexamination of stock market volatility" in *The Journal of Finance*, 1985, vol. 40, 3.
- Mantegna R. et Stanley H.E., *An introduction to econophysics: correlations and complexity in finance*, 1999, Cambridge University Press.
- Markowitz H., "Portfolio selection" in *Journal of Finance*, 1952, 7.
- McDonald R. et Marsh I. W., The efficiency of spot and futures stock indexes: a survey based perspective, contribution présentée à l'Université de Louvain en 1992, citée par Prat (1994, loc. cit.).
- McGoun E. et Skubic T., "Beyond Behavioral Finance" in *Journal of Psychology and Financial Markets*, 2000, vol. 1, 2.
- Meltzer A. H., Rational and Irrational Bubbles, 2002, Tepper School of Business, working paper 34, <http://repository.cmu.edu/tepper/34>.
- Metropolis N. et Ulam S., "The Monte Carlo method" in *Journal Of The American Statistical Association*, 1949, vol. 44, 247.

- Mielniczuk J. et Wojdyllo P., "Estimation of Hurst exponent revisited" in *Computational Statistics & Data Analysis*, 2007, vol. 51, 9.
- Mignon V., *Marchés financiers et modélisation des rentabilités boursières*, 1998, Economica, Paris.
- Modigliani F. et Miller M. H., "The cost of capital, corporation finance and the theory of investment" in *American Economic Review*, 1958, vol. 48, 3.
- Mossin J., "Equilibrium in a capital asset market", *Econometrica*, 1966, vol. 34, 4.
- Muth J. F., "Rational expectations and the theory of price movements" in *Econometrica*, 1961, vol. 29, 3.
- Neal R. et Wheatley S. M., "Do measures of investor sentiment predict returns?" in *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1998, vol. 33, n° 4.
- Northcraft G. B. et Neale M. A., "Experts, amateurs, and real estate: an anchoring-and-adjustment perspective on property pricing decisions" in *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 1987, vol. 39, 1.
- Odean T., "Do investors trade too much?" in *American Economic Review*, 1999, vol. 89, 5.
- Oliver A. O. et Webster R., "Semi-variograms for modeling the spatial pattern of landform and soil properties" in *Earth Surface Processes and Landforms*, 1986, vol. 11, 5.
- Orléan A., "Mimétisme et anticipations rationnelles : une perspective keynésienne", in *Recherches économiques de Louvain*, 1986, vol. 52, 1.
- Orléan A., "Comportements mimétiques et diversité des opinions sur les marchés financiers" in *Théorie économique et crise des marchés financiers*, 1989, Artus P. et Bourguinat H., Economica, Paris.
- Orléan A., "Contagion des opinions et fonctionnement des marchés financiers" in *Revue économique*, 1992, vol. 43, 4.
- Orléan A., "Bayesian interactions and collective dynamics of opinion: herd behavior and mimetic contagion" in *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1995, vol. 28.

- Orléan A., "Les marchés sont-ils rationnels ?" in *Vingt-sept questions d'économie contemporaine*, éd. Askénazy P. et Cohen D., 2008, Albin Michel, Paris.
- Orléan A., *De l'euphorie à la panique : penser la crise financière*, 2009, coll. CEPREMAP, éd. Rue d'Ulm, Paris.
- Osler C. L., "Currency orders and exchange rate dynamics: an explanation for the predictive success of technical analysis" in *Journal of Finance*, octobre 2003, vol. 58, 5.
- Otoo M., "Consumer sentiment and the stock market", working paper, Federal Reserve System, 1999.
- Pearson K., "The problem of the random walk", in *Nature*, 72, 1905.
- Peters E. E., "A chaotic attractor for the S&P 500" in *Financial Analysts Journal*, March/April 1991.
- Peters E. E., *Fractal market analysis*, 1994, collection Wiley finance editions, John Wiley & Sons Inc.
- Phelps E.S., "Marchés spéculatifs et anticipations rationnelles" in *Revue Française d'Economie*, 1987, vol. 2, 3.
- Power G. J. et Turvey C. G., "Long-range dependence in the volatility of commodity futures prices: wavelet-based evidence" in *Physica A*, 2010, 389.
- Prat G., "La formation des anticipations boursières" in *Economie et prévisions*, 1994, n° 112.
- Regnault J., *Calcul des chances et philosophie de la bourse*, 1863, Mallet-Bachelier et Castel, Paris.
- Reinganum M. R., "Misspecification of capital asset pricing: empirical anomalies based on earning yields and market values" in *Journal of Financial Economics*, 1981, 12.
- Reinganum M. R., "The anomalous stock market behavior of small firms in January: empirical test for tax-loss selling effect", 1983, in *Journal of Financial Economics*, vol. 12, 1.
- Rockwell C., "Normal backwardation, forecasting, and the returns to commodity futures traders" in *Food Research Institute Studies*, 1967, 7.
- Roger P., Does the consciousness of the disposition effect increase the equity premium?, 2007, working paper, lab. LARGE, Université de Strasbourg.

Roger P., Testing alternative theories of financial decision making: an experimental study with lottery bonds, 2009, working paper, lab. LARGE, Université de Strasbourg.

Rosenthal L. et Young C., "The seemingly anomalous price behavior of Royal Dutch Shell and Unilever, NV/PLC" in *Journal of Financial Economics*, 1990, vol. 26, 1.

Ross S. A., *Neoclassical Finance*, 2004, Princeton et Oxford, Princeton University Press, USA.

Rubinstein M., "The fundamental theorem of parameter-preference security valuation" in *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1973, 8.

Samanidou E., Zschischang E., Stauffer D., Lux T., "Agent-based models of financial markets" in *Reports on Progress in Physics*, 2007.

Samuelson P. A., "Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly" in *Industrial Management Review*, 1965, vol. 6.

Schmidt C., *Neuroéconomie*, 2010, coll. Economie, Odile Jacob, Paris.

Schneider W. et Shiffrin R. M., "Controlled and automatic human information processing: perpetual learning, automatic attending and a general theory" in *Psychological Review*, 1977, vol. 4, 2.

Sharpe W. F., "Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk" in *Journal of Finance*, 1964, vol. 19, 3.

Shefrin H., *A behavioral approach to asset pricing*, 2^{ème} édition, Burlington, U.S.A., Academic Press - Elsevier, 2008.

Shefrin H. et Statman M., "The disposition to sell winners too early and ride losers too long: theory and evidence" in *Journal of Finance*, 1985, vol. 40, 3.

Shiller R. J., "Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?" in *American economic review*, 1981a, vol. 71, 3.

Shiller R. J., "The use of volatility measures in assessing market efficiency" in *The Journal of Finance*, 1981b, vol. 36, 2.

Shiller R. J., "Human behavior and the efficiency of the financial system" in *Handbook of Macroeconomics*, 1999, vol. 1, 3, ed. North-Holland, Amsterdam.

Shiller R. J., "Measuring bubble expectations and investor confidence" in *Journal of Behavioral Finance*, 2000, vol. 1, 1.

- Shiller R. J., *Irrational Exuberance*, 2000, Princeton University Press, USA.
- Shiller R. J., "From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance" in *Journal of Economic Perspectives*, 2003, vol.17, n°1.
- Shiller R. J., Fischer S. et Friedman B. M., "Stocks prices and social dynamics" in *Brookings papers on Economics Activity*, 1984, vol. 1984, 2.
- Shleifer A., *Inefficient markets: an introduction to behavioral finance*, 2000, coll. Clarendon Lectures in Economics, Oxford University Press, Angleterre.
- Shleifer A. et Vishny R., "The limits of arbitrage" in *Journal of Finance*, 1997, 52
- Siegel J.J., *Stocks for the long run: the definitive guide to financial market returns and long-term investment strategies*, 4ème édition, 2007, McGraw-Hill, USA.
- Sillitto G. P., "Interrelations between certain linear systematic statistics of sample from any continuous population" in *Biometrika*, 1951, vol. 38, 3-4.
- Simon D. P. et Wiggins III R. A., "S&P futures returns and contrary sentiment indicators" in *Journal of Futures Markets*, 2001, 21.
- Simon H. A., "A behavioral model of rational choice" in *Quarterly Journal of Economics*, 1955, vol. 69, 1.
- Sloman S. A., "The empirical case for two systems of reasoning" in *Psychological Bulletin*, 1996, vol. 119, 1.
- Smith A., *The wealth of nations*, 1776, Methuen & Co. Ltd, Londres.
- Solnik B., "The distribution of daily stock returns and settlement procedure: the Paris Bourse" in *The Journal of Finance*, 1990, vol. 45, 5.
- Solt M. E. et Statman M., "How useful is the sentiment index?" in *Financial Analysts Journal*, 1988, vol. 44, n° 5.
- Sornette D. et Zhou W. X., "Importance of positive feedbacks and overconfidence in a self-fulfilling Ising model of financial markets" in *Physica A*, 2006, 370.
- Stigler G. J., "Public regulation of the securities market" in *Journal of Business*, 1964, 37.
- Svenson O., "Are we all less risky and more skillfull than our fellow driver?" in *Acta Psychologica*, 1981, vol. 47, 2.

- Taylor S., *Modeling financial time series*, 1986, Wiley, Chichester.
- Thaler R., "Mental accounting and consumer choice" in *Marketing Science*, 1985, vol. 4, 3.
- Thaler R. H., "Anomalies: the January effect" in *Journal of Economic Perspectives*, 1987, vol. 1, 1.
- Thaler R. H., "The end of behavioral finance" in *Financial Analysts Journal*, 1999, vol. 55, 6.
- Tibiletti L., "Higher-order moments and beyond" in *Multi-moment asset allocation and pricing models*, Wiley Finance, Chichester, 2006.
- Tirole J., "On the possibility of speculation under rational expectations" in *Econometrica*, 1982, vol. 50, 5.
- Vaga T., "Stock market fluctuations" in *Physics Today*, 1974, 27.
- Verma R. et Verma P., "Noise trading et stock market volatility" in *Journal of Multinational Financial Management*, 2007, 17.
- Vijh A., "S&P trading strategies and stock betas" in *Review of Financial Studies*, 1994, vol. 7, 1.
- Viviani J-L, "Etude de la mémoire longue des rendements des actions de l'indice CAC 40" in *Journal de la Société Française de Statistique*, 2001, vol. 42, 2.
- Von Neumann J. et Morgenstern O., *Theory of games and economic behavior*, 1944, Princeton University Press, USA.
- Walliser B., "Equilibres et anticipations" in *Revue Economique*, 1982, 4.
- Wang C., "Investor sentiment and return predictability in agricultural markets" in *The Journal of Futures Markets*, 2001, vol. 21, 10.
- Wang Y.-H., Keswani A. et Taylor S. J., "The relationships between sentiment, returns and volatility" in *International Journal of Forecasting*, 2006, 22.
- Wells G. L. et Petty. R. E., 1980. "The effects of overt head movements on persuasion: compatibility and incompatibility of responses" in *Basic and Applied Social Psychology*, 1980, vol. 1, 3.

West K. D., "Bubbles, fads and stock price volatility test: a partial evaluation" in *The Journal of Finance*, vol. 43, 3.

Whaley R. E., "The investor fear gauge" in *The Journal of Portfolio Management*, 2000, vol. 26, 3.

Williams B., "Efficience informationnelle et équilibre du marché boursier des actions : spéculation rationnelle et anomalies", thèse pour le doctorat ès sciences de gestion, Université d'Auvergne Clermont-Ferrand 1, 1998.

Yuan K., Zheng L. et Zhu Q., "Are investors moonstruck? Lunar phases and stock returns" in *Journal of Empirical Finance*, 2006, vol. 13, 1.

Yulmetyev R., Gafarov F., Hanggi P., Nigmatullin R., Kayumov S., "Possibility between earthquake and explosion seismogram differentiation by discrete stochastic non-Markov processes and local Hurst exponent analysis" in *Physical Review E*, 2001, vol. 64, 6.

Zhang C., "Defining, modeling and mesuring investor sentiment", thèse soutenue en 2008, Université de Californie, Berkeley, département d'économie.

ANNEXES

Annexe I : Calculs de stationnarité des indicateurs de sentiment (hors indices Sentix)

| | | Modèle | Seuil de signification |
|--------------------------------------------------------|-----------|------------------|------------------------|
| CBOE Put call ratio | | 3 | 1% |
| Indice de confiance des consommateurs | | non stationnaire | |
| Indice de confiance des consommateurs (dif. premières) | | 1 | 1% |
| AAII | hausseurs | 3 | 1% |
| | baissiers | 3 | 1% |
| | neutres | 3 | 1% |
| Yale <i>buy-on-dips confidence index</i> | | 2 | 5% |
| Yale <i>one-year confidence index</i> | | 2 | 5% |
| Yale <i>crash confidence index</i> (*) | | non stationnaire | |
| Yale <i>valuation confidence index</i> (*) | | non stationnaire | |
| State Street <i>confidence index</i> | | 3 | 1% |
| SP500 | skewness | 1 | 1% |
| | kurtosis | 2 | 1% |
| Taux US 10 ans | skewness | 1 | 1% |
| | kurtosis | 2 | 1% |

Annexe II : Calculs de stationnarité des indicateurs de sentiment Sentix

| | | Code indice Sentix | Modèle | Seuil de signification |
|---------------------------------|---------------|-----------------------|--------|---------------------------|
| SP500 | sentiment CT | SNTXSPH1 | 1 | 1 % |
| | sentiment MT | SNTXSPH6 | 3 | 1 % |
| | neutralité CT | SNTXSPN1 | 2 | 1 % |
| | neutralité MT | SNTXSPN6 | 2 | 1 % |
| Taux US 10 ans | sentiment CT | SNTXTYH1 | 1 | 1 % |
| | sentiment MT | SNTXTYH6 | 2 | 1 % |
| | neutralité CT | SNTXTYN1 | 3 | 1 % |
| | neutralité MT | SNTXTYN6 | 2 | 1 % |
| Euro contre dollar US | sentiment CT | SNTXEUH1 | 2 | 1 % |
| | sentiment MT | SNTXEUH6 | 2 | 1 % |
| | neutralité CT | SNTXEUN1 | 3 | 1 % |
| | neutralité MT | SNTXEUN6 | 2 | 1 % |
| Dollar US contre yen | sentiment CT | SNTXDYH1 | 2 | 1 % |
| | sentiment MT | SNTXDYH6 | 2 | 1 % |
| | neutralité CT | SNTXDYN1 | 2 | 1 % |
| | neutralité MT | SNTXDYN6 | 2 | 1 % |
| Pétrole (Brent spot, USD) | sentiment CT | SNTXOIH1 | 2 | 1 % |
| | sentiment MT | SNTXOIH6 | 2 | 5 % |
| | neutralité CT | SNTXOIN1 | 2 | 1 % |
| | neutralité MT | SNTXOIN6 | 2 | 1 % |
| Or (once, USD) | sentiment CT | SNTXGOH1 | 2 | 1 % |
| | sentiment MT | SNTXGOH6 | 2 | 1 % |
| | neutralité CT | SNTXGON1 | 1 | 1 % |
| | neutralité MT | SNTXGON6 | 1 | 1 % |

TABLE DES MATIERES

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| SOMMAIRE | 6 |
| Introduction générale | 8 |
| 1 - Introduction | 9 |
| 2 - Problématique | 17 |
| 3 - Plan de la recherche | 17 |
| 1ère partie : de la rationalité au sentiment de marché | 19 |
| Introduction de la première partie | 20 |
| Chapitre I : Efficience, finance comportementale et sentiment de marché..... | 22 |
| Introduction..... | 22 |
| 1.1 - Efficience, rationalité et anticipations rationnelles : définitions | 24 |
| 1.1.1 - L'efficience informationnelle des marchés : définitions et classification . | 24 |
| 1.1.2 - La rationalité du comportement | 25 |
| 1.1.3 - Les anticipations rationnelles | 29 |
| 1.1.4 - Conclusion..... | 31 |
| 1.2 - "Anomalies", biais et tests de rationalité des anticipations, remises en causes empiriques de la rationalité des investisseurs | 32 |
| 1.2.1 - Les "anomalies" | 32 |
| 1.2.1.1 - L'effet PER (price earning ratio)..... | 32 |
| 1.2.1.2 - L'effet taille | 33 |
| 1.2.1.3 - Les "anomalies" temporelles..... | 33 |
| 1.2.1.4 - Les "anomalies" relatives aux opportunités d'arbitrage | 35 |
| 1.2.1.4.1 - Les actions jumelles..... | 36 |
| 1.2.1.4.2 - Composition des indices et efficience | 37 |
| 1.2.2 - Les biais | 38 |
| 1.2.2.1 - Le biais de réaction excessive..... | 38 |
| 1.2.2.2 - Le biais de disposition | 40 |
| 1.2.2.3 - Le biais de surconfiance..... | 42 |
| 1.2.2.4 - Les biais de conservatisme et auto-attribution..... | 43 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.2.3 - Les tests de rationalité des anticipations boursières | 44 |
| 1.2.3.1 - Les tests de rationalité des anticipations | 44 |
| 1.2.3.1.1 - Le test de stationnarité | 45 |
| 1.2.3.1.2 - Le test d'absence de biais | 46 |
| 1.2.3.1.3 - Le test d'orthogonalité des erreurs | 47 |
| 1.2.3.2 - Les résultats de l'application des tests de rationalité..... | 48 |
| 1.2.4 - Conclusion..... | 50 |
| 1.3 - Mimétisme et bulles spéculatives | 51 |
| 1.3.1 - Le mimétisme | 51 |
| 1.3.2 - Les bulles spéculatives | 54 |
| 1.3.2.1 - Les bulles rationnelles..... | 55 |
| 1.3.2.1.1 - Définition et formalisation..... | 55 |
| 1.3.2.1.2 - Quelques limites du modèle de bulle rationnelle..... | 57 |
| 1.3.2.2 - Les bulles irrationnelles | 59 |
| 1.3.2.3 - Conclusion | 60 |
| 1.4 - La rationalité remise en cause par les heuristiques et la neuroéconomie | 62 |
| 1.4.1 - Les heuristiques | 62 |
| 1.4.1.1 - L'heuristique d'ancrage | 63 |
| 1.4.1.2 - L'heuristique de représentativité | 64 |
| 1.4.1.3 - L'heuristique de disponibilité..... | 64 |
| 1.4.2 - La neuroéconomie | 66 |
| 1.4.2.1 - Processus contrôlés et processus automatiques | 66 |
| 1.4.2.2 - Cerveau et prise de décision : l'approche bidimensionnelle | 69 |
| 1.4.3 - Conclusion..... | 71 |
| 1.5 - Le sentiment de marché, définitions..... | 72 |
| Conclusion | 76 |

Chapitre II : le sentiment de marché : mesure, liens avec les rentabilités, la volatilité, les volumes..... 78

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introduction..... | 78 |
| 2.1 - La mesure du sentiment de marché | 80 |
| 2.1.1 - Les mesures directes du sentiment de marché | 80 |
| 2.1.1.1 - Les indices de confiance des consommateurs de l'Université du Michigan (MCCI) et du <i>Conference Board</i> | 80 |
| 2.1.1.2 - Les indices de l'AAII (association américaine des investisseurs individuels)..... | 84 |
| 2.1.1.3 - Les indices de Shiller | 86 |
| 2.1.1.4 - Les indices de confiance de l'Université de Yale | 90 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.1.1.5 - Les indices Sentix | 94 |
| 2.1.1.6 - L'indice <i>Investors intelligence</i> | 96 |
| 2.1.1.7 - Conclusion | 97 |
| 2.1.2 - Les mesures indirectes du sentiment de marché | 97 |
| 2.1.2.1 - Les mesures basées sur les marchés dérivés | 97 |
| 2.1.2.1.1 - Le ratio put-call | 98 |
| 2.1.2.1.2 - L'utilisation de la volatilité implicite | 99 |
| 2.1.2.1.3 - L'utilisation des <i>smiles</i> d'options | 100 |
| 2.1.2.1.4 - Le commitment of traders (COT)..... | 102 |
| 2.1.2.2 - Les mesures basées sur les organismes de placement collectif en valeurs mobilières (OPCVM)..... | 103 |
| 2.1.2.2.1 - La décote des fonds fermés | 103 |
| 2.1.2.2.2 - La part des actifs à risque dans les portefeuilles d'OPCVM | 105 |
| 2.1.2.2.3 - Les flux de souscriptions aux fonds mutuels..... | 106 |
| 2.1.2.3 - Les indicateurs issus de l'analyse technique | 107 |
| 2.1.2.4 - Sentiment de marché et moteur de recherche Internet..... | 109 |
| 2.1.2.5 - Les autres modes de mesure indirecte | 112 |
| 2.1.2.6 - Conclusion | 113 |
| 2.1.3 - Les mesures composites du sentiment de marché..... | 114 |
| 2.1.3.1 - Sentiment de marché, des mesures multiples mais corrélées | 114 |
| 2.1.3.2 - Le modèle de Baker et Wurgler | 117 |
| 2.1.3.3 - Le modèle de Brown et Cliff | 121 |
| 2.1.4 - Conclusion..... | 122 |
| 2.2 - Sentiment de marché, rentabilités, volatilité | 124 |
| 2.2.1 - Sentiment de marché et rentabilité | 125 |
| 2.2.1.1 - Mesures directes du sentiment de marché et rentabilités..... | 125 |
| 2.2.1.2 - Mesures indirectes du sentiment de marché et rentabilités..... | 128 |
| 2.2.1.3 - Mesures composites du sentiment de marché et rentabilités | 134 |
| 2.2.1.4. - Conclusion | 135 |
| 2.2.2 - Sentiment de marché et volatilité | 135 |
| Conclusion | 139 |
| Conclusion de la première partie | 141 |

2ème partie : nouvelles mesures et utilisation du sentiment de marché 143

Introduction de la deuxième partie..... 144

Chapitre III : skewness et kurtosis, outils de mesure du sentiment de marché ?

..... 146

Introduction..... 146

3.1 – Marche au hasard, finance et environnement non-gaussien 148

3.1.1 – La marche au hasard 148

3.1.2 – Distributions des rentabilités : asymétrie et leptokurticité comme points communs..... 151

3.1.3 - Finance et environnement non-gaussien 155

3.1.4 - Conclusion..... 158

3.2 - Corrélations, fonction sentiment et modèles multi-agents 159

3.2.1 – Skewness et kurtosis : sont-ils corrélés avec les indicateurs habituels de sentiment ?..... 159

3.2.2 – L'impact de la psychologie sur la distribution des rentabilités vu au travers de la fonction sentiment..... 163

3.2.2.1 – Optimisme et pessimisme 164

3.2.2.2 – Surconfiance..... 166

3.2.2.3 – Conclusion..... 168

3.2.3 - Les modèles multi-agents..... 169

3.2.3.1 – Le modèle de Bouchaud et Cont 170

3.2.3.2 - Le modèle de Lux et Marchesi..... 173

3.2.3.3 - Le modèle de Sornette et Zhou : application des travaux d'Ising à la finance 180

3.3 - Informations, incertitude et non-normalité des rentabilités..... 184

3.3.1. - Le modèle d'Alles..... 185

3.3.1.1 – Le modèle de marche au hasard géométrique 185

3.3.1.2 - L'hypothèse d'information incertaine et le modèle d'Alles 186

3.3.1.3 – Paramètres, conditions de simulation et principaux résultats 187

3.3.1.4 – Interprétation des résultats grâce à la théorie des perspectives 189

3.3.1.4.1 - La théorie des perspectives..... 189

3.3.1.4.2 - Skewness et conjoncture économique 192

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.2 - Le modèle d'Alles modifié : simulation de Monte-Carlo et résultats..... | 193 |
| 3.3.2.1 - Modalités de la simulation..... | 193 |
| 3.3.2.2 - Résultats de la simulation | 197 |
| 3.3.2.3 - Impacts des variations de λ et du nombre de rentabilités | 198 |
| 3.3.2.4 - Analyse des résultats..... | 201 |
| 3.3.3 – Synthèse des résultats | 202 |
| Conclusion | 204 |
| Chapitre IV : Sentiment de marché et mémoire | 206 |
| Introduction..... | 206 |
| 4.1 - La notion de mémoire longue..... | 208 |
| 4.1.1 - Origine et calcul de la mémoire longue | 208 |
| 4.1.2 - Les premières recherches de mémoire longue | 213 |
| 4.1.3 - Mémoire longue : quel estimateur ?..... | 214 |
| 4.1.3.1 - R/S modifié | 214 |
| 4.1.3.2 - L'utilisation de l'estimation des processus ARFIMA..... | 216 |
| 4.1.3.3 - Autres estimateurs de H..... | 216 |
| 4.1.3.3.1 - Roughness length method (RL)..... | 217 |
| 4.1.3.3.2 - La méthode du semi-variogramme | 219 |
| 4.1.3.4 - Le choix d'un estimateur | 220 |
| 4.1.4 – Finance et mémoire longue | 221 |
| 4.1.4.1 - Rentabilités et mémoire longue | 221 |
| 4.1.4.2 - Volatilité et mémoire longue | 225 |
| 4.1.4.3 - Volumes et mémoire longue | 227 |
| 4.1.4.4 - Conclusion | 227 |
| 4.2 - Sentiment de marché et mémoire | 229 |
| 4.2.1 - Les données utilisées..... | 229 |
| 4.2.2 - La stationnarité des données | 232 |
| 4.2.2.1 - La stationnarité, définitions | 232 |
| 4.2.2.2 - Le test de Dickey-Fuller..... | 233 |
| 4.2.3 - Sentiment de marché et rentabilités : étude empirique | 236 |
| 4.2.4 - Sentiment de marché et persistances : premières observations..... | 239 |
| 4.2.5 - Indices Sentix SNTX et mémoire | 243 |
| 4.2.6 - Indicateurs de sentiment courants et mémoire | 247 |
| 4.2.7 - Skewness, kurtosis et mémoire | 250 |
| 4.2.8 - Synthèse des résultats..... | 254 |
| Conclusion | 258 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Conclusion de la deuxième partie | 260 |
| Conclusion générale..... | 262 |
| 1 - Rappel de la problématique | 264 |
| 2 - Synthèse..... | 264 |
| 3 - Principaux apports | 266 |
| 4 - Perspectives de recherches | 268 |
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | 270 |
| LISTE DES FIGURES..... | 271 |
| LISTE DES TABLEAUX | 274 |
| BIBLIOGRAPHIE | 276 |
| ANNEXES | 294 |
| Annexe I : Calculs de stationnarité des indicateurs de sentiment (hors indices Sentix) | 295 |
| Annexe II : Calculs de stationnarité des indicateurs de sentiment Sentix | 296 |
| TABLE DES MATIERES | 297 |